



Villes et réseaux de transport : des interactions dans la longue durée (France, Europe, États-Unis)

Anne Bretagnolle

► To cite this version:

Anne Bretagnolle. Villes et réseaux de transport : des interactions dans la longue durée (France, Europe, États-Unis). Géographie. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2009. tel-00459720

HAL Id: tel-00459720

<https://theses.hal.science/tel-00459720>

Submitted on 24 Feb 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, UFR de Géographie
UMR 8504, Géographie-Cités, CNRS

DOSSIER DE CANDIDATURE
pour soutenir une
HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

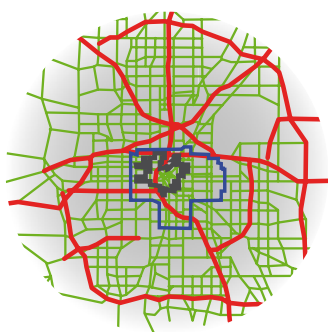
Déposé au Conseil Scientifique de l'Université Paris 1 Panthéon – Sorbonne
Le Vendredi 10 avril 2009

Par

ANNE BRETAGNOLLE

Volume 3

VILLES ET RESEAUX DE TRANSPORT :
Des interactions dans la longue durée (France, Europe, Etats-Unis)



Jury

Madame Lena SANDERS, Directrice de Recherche au CNRS (UMR Géographie-cités),
directrice de l'HDR

Madame Denise PUMAIN, Professeur à l'Université Paris 1

Monsieur Claude GRASLAND, Professeur à l'Université Paris 7

Monsieur Thierry PAQUOT, Professeur à l'Université Paris 12

Monsieur Christian VANDERMOTTEN, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles

Monsieur Pierre VELTZ, Professeur à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Lena Sanders, qui a encadré cette habilitation et m'a prodiguée de précieux conseils et encouragements tout au long de cette année. Mes pensées vont aussi à Denise Pumain, qui m'a accompagnée chaleureusement depuis mes années de thèse et m'a toujours portée toute sa confiance. Je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude. Je souhaite remercier aussi vivement les professeurs Claude Grasland, Thierry Paquot, Christian Vandermotten et Pierre Veltz pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Ce volume s'apparente pour moi à une sorte d'édifice, en équilibre instable car amené, je l'espère, à être revisité, consolidé et dynamisé par de nouveaux matériaux de recherche. Les fondations me paraissent néanmoins solides puisqu'elles tiennent dans le soutien précieux et toujours renouvelé de Marie-Claire Robic, François Durand-Dastès, Hélène Mathian et Nicolas Verdier, qui ont non seulement relu et annoté tout ou partie de ce volume, mais enrichi ce travail par des discussions toujours répétées. Je leur exprime ici ma profonde gratitude.

Les matériaux ont été assemblés avec l'aide de fidèles collaborateurs, tels Timothée Giraud, Céline Vacchiani-Marcuzzo, Marianne Guérois et Fabien Paulus. Je veux remercier aussi mes collègues, chercheurs, ingénieurs et doctorants de l'UMR Géographie-cités, enseignants et membres de l'UFR de Géographie de l'Université Paris 1, ainsi que les étudiants que j'ai encadrés.

Le projet d'ensemble, qui a permis de construire lentement cet édifice, a été porté par mes proches, tout au long de ces 12 mois. Je veux notamment dédier ce volume à mes deux filles, Anta Sarr et Maty Lam, dont la seule évocation ici me remplit d'une joie infinie.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	7
1 Pour une ontologie de la ville dans le temps long. Evolution des transports urbains, budget-temps et forme des villes	11
1.1 Révolution des transports et invention du concept d'agglomération urbaine (19 ^{ème} siècle)	13
1.2 Définition temporelle ou morphologique des agglomérations ? (a. 1910-1950)	25
1.3 Grande vitesse et discontinuités territoriales : la ville comme aire fonctionnelle (2 ^{ème} moitié du 20 ^{ème} siècle).....	33
1.4 Bilan provisoire et pistes de recherche.....	45
2 Des bases de données urbaines harmonisées pour des comparaisons dynamiques et internationales	49
2.1 De l'ontologie à la notion d'harmonisation.....	50
2.2 Des méthodes pour l'harmonisation des données	56
2.3 L'urbanisation à la lumière des bases de données harmonisées.....	67
2.4 Bases de données urbaines en Europe et pistes de recherche	87
3 Réseaux d'échanges et dynamique des villes : théories, expérimentations, modélisations.....	105
3.1 Réseaux et changement de dimension des systèmes de villes	106
3.2 Structuration interne des systèmes par les réseaux : des discours à la matérialité des données.....	128
CONCLUSION.....	165
REFERENCES.....	171
SOURCES	191
Liste des figures	195
Liste des tableaux	197
Liste des encadrés.....	199
Table des matières.....	201

INTRODUCTION

Les villes sont des lieux d'accumulation dont la réussite dépend largement de leur capacité à articuler et faire fonctionner des territoires définis par différents types d'échanges. A la fois nœuds de réseaux et lieux ancrés dans des territoires de proximité, c'est dans l'inter-relation plus ou moins réussie des mondes du proche et du lointain qu'elles puisent leur inégal succès au cours de l'histoire. Sortes de commutateurs d'espaces (Pumain 1997), elles concentrent et gèrent les réseaux techniques qui acheminent les hommes, les informations, les richesses et les productions.

Nous proposons d'observer et analyser ces réseaux aux échelons intra et inter-urbains. Ceux-ci laissent des traces matérielles à toutes les époques, traces d'autant plus durables et prégnantes qu'il s'agit généralement d'objets à transformation lente. Leur coût d'installation les protège tant qu'ils ne sont pas détrônés par d'autres innovations, plus performantes. Nous évaluons ces performances à l'aune de deux paramètres, la vitesse et la régularité des liaisons. Cette dernière est la condition nécessaire à l'organisation durable d'espaces, et, partant, à de nouvelles structurations de territoires par la vitesse.

Notre hypothèse est, en effet, que les réseaux de communications intra et inter-urbains sont structurants. Cette hypothèse n'est pas nouvelle, elle est même énoncée comme une évidence (Bavoux et *alii* 2005). En même temps, elle est porteuse d'un large programme d'investigations.

Ce programme est placé d'emblée sous le signe de l'approximation et des estimations rugueuses. Délaissant volontairement la richesse des données socio-économiques disponibles pour l'époque actuelle, nécessaire pour traiter des questions telles que l'effet de la construction d'une ligne TGV sur le développement d'un quartier ou d'une ville, nous agrandissons la focale et changeons la granularité tant spatiale que temporelle. Ce sont les villes et les quartiers en tant qu'*éléments dans des systèmes de relation* qui nous intéressent ici, dans des durées *pluri-décennales, voire pluri-séculaires*. Nous faisons l'hypothèse que les pertes dans la précision et la qualité de l'information sont compensées par l'utilisation d'échelles plus adaptées pour suivre la « mise en espacement du monde » (Pinchemel 1988). L'accroissement de la vitesse, sur une durée de 10 ans, l'ajout d'un lien dans un réseau de transport urbain ou inter-urbain, ouvrent des questions pertinentes mais différentes de celles posées par :

- La mise en place des premiers réseaux de transport et d'information reliant l'ensemble des villes dans des territoires d'ampleur nationale au 18^{ème} siècle,
- Le passage de l'énergie humaine, animale et naturelle à l'énergie mécanique au 19^{ème} siècle, multipliant par 4 ou 5 les vitesses intra et inter-urbaines,

- L'ouverture colossale des échanges internationaux dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, rendue possible par les transports aériens,

- La révolution de l'Internet permettant l'accomplissement d'un vieux rêve de l'humanité : la transmission massive et instantanée de l'information à l'échelle planétaire à partir des années 1970-1980.

Nous reprenons ainsi, après tant d'autres, la question des effets de ces bouleversements sur la dynamique des villes, mais selon une perspective particulière. Tout d'abord, nous mobilisons ou construisons nous-mêmes des bases de données spatio-temporelles pour suivre l'évolution de villes et de réseaux de transport et d'information sur deux continents (Europe et Amérique) et sur plusieurs siècles (17^{ème} - 20^{ème} siècles l'Europe, 19^{ème} – 20^{ème} siècles pour les Etats-Unis). Ensuite, nous partons d'outils classiques de l'analyse spatiale et de la modélisation : modèles de croissance ou de hiérarchie urbaine, potentiels de population, indices issus de la théorie des graphes, simulations multi-agents, et nous les adaptons aux périodes concernées et aux types de données recueillis.

Dans les traitements que nous avons conduits sur ces bases de données spatio-temporelles, nous avons été surpris à plusieurs reprises par deux visions contradictoires, celle d'une stabilité pluri-séculaire des hiérarchies urbaines (même dans un pays d'urbanisation récente comme les Etats-Unis) et celle d'une transformation radicale de l'espace des échanges, contracté ou dilaté au gré d'aménagements parfois voulus mais aussi parfois subis par les villes. Nous partons de ce constat et centrons notre questionnement sur *l'exploration des liens entre l'évolution de la hiérarchie urbaine et celle des configurations spatiales et des vitesses des réseaux d'échanges structurants*. Trois champs sont abordés successivement dans ce volume.

Les réseaux d'échanges sont d'abord saisis à l'échelon de la ville, et les effets considérés ici consistent dans l'agrandissement des espaces sillonnés chaque jour par les habitants. Ces réseaux rendent possible l'expression pleine et entière des différentiels de croissance entre petites villes et grandes villes, notamment les métropoles régionales puis mondiales qui s'affirment à partir de la révolution industrielle. Dès le 19^{ème} siècle, ils sont perçus comme les agents du désengorgement des centres anciens, saturés malgré les possibilités de densification verticale ouvertes par l'aménagement des centres villes, les ascenseurs ou plus tard les gratte-ciels.

A travers notre grille d'analyse, nous envisageons pour ces deux derniers siècles les extensions apportées par les réseaux de transport urbains : « faubourg », « banlieue », extension « suburbaine », « ruraine », « péri-urbaine », comme la manifestation commune et répétée d'un même phénomène, l'étalement des grandes villes. La proximité des remparts, situés à quelques kilomètres du centre politique ou économique, ou la proximité des lotissements, situés aujourd'hui à une cinquantaine, voire une centaine de kilomètres, renvoie à un même repère temporel, celui du budget-temps des habitants. Si ces espaces révèlent bien

plus de différences que d'homogénéité pour qui s'intéresse à la composition sociale, aux logiques économiques ou à des représentations véhiculées par les habitants, ils laissent entrevoir une étonnante continuité historique lorsqu'on les analyse à travers un même référentiel spatio-temporel. Les transformations morphologiques des espaces urbains dans ces deux derniers siècles sont interprétées ici à travers la grille d'analyse de la *ville évolutive*.

C'est à partir de cette grille de lecture que nous proposons, dans la deuxième partie, des méthodes pour construire des *bases de données harmonisées*, c'est à dire permettant de suivre l'évolution des objets urbains de manière cohérente et unifiée sur plusieurs décennies, voire plusieurs siècles. A partir des programmes auxquels nous avons participé pour la France et ceux que nous avons mis en œuvre pour les Etats-Unis, nous proposons des pistes pour conduire le même type de travail pour des pays d'Europe. Les enjeux soulevés par l'élaboration de bases de données cohérentes pour la comparaison dynamique et internationale sont importants. On connaît l'impact des indicateurs évaluant le poids des villes ou l'intensité de leur croissance : le franchissement du seuil de 50% d'urbains dans le monde (récent, selon les sources de l'O.N.U), les chiffres alarmistes de l'accroissement de certaines mégapoles du Sud (8 à 10% par an en Afrique Noire, toujours selon l'O.N.U), l'attention extrême portée au rythme de la croissance des grandes villes dans les pays anciennement industrialisés (avec des expressions qui reviennent régulièrement depuis une trentaine d'années, telles que « contre-urbanisation », « renouveau des petites villes », et plus récemment « renouveau rural »). Nous nous attacherons à montrer la sensibilité des mesures à la nature et à la qualité des bases de données utilisées : l'agencement des définitions de l'urbain, des maillages géométriques, des sources statistiques, l'architecture des bases de données sont autant de paramètres qui conditionnent fortement les résultats donnés par le taux d'urbanisation, le taux de croissance moyen annuel ou l'indice de concentration de la population urbaine.

Les résultats que nous proposons, avec les bases de données harmonisées de la France et des Etats-Unis, s'inscrivent dans une durée de deux siècles. Leur interprétation invite à une certaine prudence, lorsqu'on sait le poids des politiques menées par les acteurs publics ou privés dans l'évolution d'une ville, l'influence des modes d'habiter des citoyens, de leurs comportements démographiques ou culturels. Cependant, de même que la géographie tend à montrer que « l'espace compte », les chantiers qui se placent sur des durées séculaires montrent que le temps, ou plutôt « les traces du temps » (Durand-Dastès 1999) comptent tout autant. Dans le cas des systèmes de villes, des permanences qui s'inscrivent dans le long terme ont été révélées à maintes reprises (Robson 1973, Hall and *alii* 1973, Pred 1977, Pumain 1982). Comme pour d'autres objets géographiques, *les héritages influencent le devenir des villes*. Grâce aux bases de données harmonisées et aux traitements qui en sont issus, nous suggérons que la position relative des villes dans la hiérarchie urbaine conduit en partie leur évolution. Les similarités fortes révélées par l'observation des trajectoires des villes par classe de taille de part et d'autre de l'océan atlantique en sont une illustration. Peut-on passer de l'observation à l'explication ? C'est ce que nous tenterons de faire dans la troisième partie de ce volume.

Nous suggérons, en effet, que *les réseaux d'échanges inter-urbains sont une clé essentielle pour comprendre les fortes inerties dans les poids relatifs des villes*. Retraçant brièvement les étapes majeures de l'évolution des réseaux de communication, en Europe et aux Etats-Unis, nous rappelons qu'avant le 18^{ème} siècle, les records de vitesse atteints sur certains trajets ne sont pas porteurs de réorganisations, car peu représentatifs de l'ensemble des liaisons. Dans la deuxième moitié du 18^{ème} siècle, et surtout à partir de la révolution des transports, les aléas de tout ordre, liés au climat, à l'insécurité, à l'usure des montures, sont des verrous qui sautent progressivement et permettent des relations rapides et régulières entre les lieux. Dans un nouvel agencement des espaces du proche et du lointain, des processus de recomposition des centres à des échelles de plus en plus vastes se génèrent alors en boucle. Progressivement, les espaces du lointain s'intègrent dans les couronnes périphériques, et le proche s'apparente à un regroupement d'espaces non contigus, reliés et parfaitement connectés malgré les distances topographiques de plus en plus grandes. Ces transformations sont illustrées par des analyses inscrites dans le cadre des systèmes nationaux (en France, aux Etats-Unis) et dans celui du système-monde (que nous appelons aussi économie-monde).

Les réseaux matériels de l'échange permettent non seulement de suivre la forme des centres, mais ils mettent aussi en évidence un décrochement de plus en plus massif entre les centres et les périphéries. Pour accroître les gains de vitesses, les étapes intermédiaires sont progressivement court-circuitées. L'évaluation de l'accessibilité relative des villes à chaque époque met en lumière un creusement progressif des inégalités d'accès aux nouveaux réseaux, même au sein des espaces les mieux dotés que représentent les pays d'Europe ou les Etats-Unis : moins de 170 villes d'Europe sont équipées aujourd'hui d'un aéroport international, sur un total de plus de 5000 ; parmi ces aéroports, une cinquantaine seulement est desservie par un train à grande vitesse. Ce même mouvement de concentration caractérise les grands ports maritimes.

Les bases de données spatio-temporelles sur l'accessibilité des villes ne permettent cependant pas toujours de saisir la dynamique d'ensemble, notamment les relations complexes qui s'établissent entre les positions relatives, les activités économiques et les tailles des villes. La modélisation multi-agents, présentée en dernière sous-partie, apparaît comme une piste féconde pour explorer ces relations.

Comme nous l'avons évoqué dans les volumes précédents, l'approche que nous utilisons ici s'inscrit dans le double champ de l'analyse spatiale et de l'histoire. Elle s'appuie à la fois sur des méthodes développées autour d'une approche comparative des villes dans le monde mais aussi sur l'observation de contextes historiques variés, approchés par des données d'archives et par des travaux d'historiens. Les terrains que nous explorons, en France, en Europe, aux Etats-Unis, présentent *a priori* une telle diversité que notre démarche peut paraître réductrice. Nous suggérons néanmoins que l'application systématique d'une grille de lecture, d'outils et de méthodes communes, offre une opportunité pour démêler le général du particulier, pour faire surgir *autrement* la spécificité des processus historiques.

1 POUR UNE ONTOLOGIE DE LA VILLE DANS LE TEMPS LONG. EVOLUTION DES TRANSPORTS URBAINS, BUDGET-TEMPS ET FORME DES VILLES

Au cours des 19^{ème} et 20^{ème} siècles, les villes ont profondément évolué dans leur matérialité. Le capitalisme industriel instaure une rupture dans la nature de la ville (Paquot 1992, p. 14), et la « transition urbaine », ce passage d'un monde essentiellement rural à un peuplement majoritairement urbain¹, s'accompagne non seulement de mutations profondes dans les structures de production et d'échange, mais aussi de bouleversements démographiques et sociaux qui marquent durablement la forme des villes. L'urbanisation « contemporaine » (Roncayolo 1983, p. 17) est caractérisée par l'affirmation de l'économique sur le politique et le religieux, les deux fonctions majeures de la ville depuis le Moyen Age (Duby 1973, p. 264). Le phénomène de la « très grande ville » marque les esprits des contemporains, tant par les chiffres de population atteints que par les processus de croissance, appelés à se régénérer à l'infini sans que l'on puisse entrevoir une quelconque possibilité de les freiner. Des « centres nerveux supérieurs dans l'organisme », créés par une fonction économique nouvelle dans une société d'échanges élargie au delà des limites de la nation, adoptent des mécanismes de « régularisation, de contrôle, mais aussi d'impulsion et d'incitation » (Halbwachs 1946, p.88-89). Une boucle de rétroaction positive s'instaure alors entre croissance économique, progrès dans les technologies de transport urbain et taille des villes : pour répondre à l'essor brutal de la population, des solutions sont recherchées du côté de la densification (aménagement des centres urbains, création d'immeubles avec ascenseurs en 1853, charpentes métalliques permettant de construire des gratte-ciel au début des années 1890), que de l'étalement (traction hippomobile sur rail, traction par machine à vapeur, électrification des lignes).

Si les hésitations sur la notion de ville et sur leur niveau hiérarchique, quantifié ou non, étaient déjà perceptibles avant la révolution industrielle, la majorité des Etats utilisaient alors un statut juridique pour distinguer les villes des campagnes. La croissance urbaine du 19^{ème} siècle impose de nouvelles approches. Pour suivre la ville, « les vieilles définitions de type juridique ne suffisent plus » (Pinol et Walter 2003, p. 16). La transformation brutale des superficies et des populations des villes amène de nombreuses interrogations, tant du côté des statisticiens que des démographes. *Comment dénombrer les nouveaux urbains sans avoir recours à des définitions adéquates des villes et de leurs périmètres ?* Des solutions sont envisagées, parfois même appliquées dans les recensements produits par certains Etats. L'analyse que nous présentons ici d'un corpus de textes couvrant une vingtaine de pays d'Europe montre la grande diversité dans les approches de la ville à la fin du 19^{ème} siècle²,

¹ Dans cette partie, comme dans les suivantes, nous utilisons indifféremment les termes « ville » et « urbain », sans nous référer à des distinctions qui porteraient sur le mode de vie des citoyens ou leur culture et qui ont été explicitées dans plusieurs ouvrages (entre autres, Lévy 1997, Paquot 1997, Pumain, Paquot, Kleinschmager 2006).

² Nous avons mené ce travail avec Jean-Baptiste Arrault, dans le cadre du programme ANR Harmonie-cités (voir volume 1, Curriculum Vitae).

une diversité qui n'a rien à envier à la situation extraordinairement complexe de l'époque actuelle (Pinol et Walter 2003, Cattán et *alii* 1999). Les tentatives d'harmonisation internationale des définitions sont pourtant nombreuses, mais elles sont sanctionnées chaque fois par de échecs : dès 1860, le Congrès international de Statistique, réuni à Londres, propose des méthodes communes de délimitation des villes, mais aucune n'est adoptée (Pinol et Walter 2003, p. 25). Quelques années plus tard, l'idée d'un seuil minimal de l'urbain égal à 2000 habitants est lancée par l'Institut International de la Statistique (1887, cité dans Pinol et Walter, *ibid.*), sans succès. En 1916, le directeur de ce même institut, H.W. Methorst, constate à propos des villes européennes de plus de 100 000 habitants : « Pour le tableau 4-A, nous avons demandé les chiffres de population de la ville même et de son agglomération. Comme jusqu'ici il n'y a pas de règle uniforme pour déterminer les limites de l'agglomération, cette demande n'a pas eu le résultat désiré, de sorte que n'avons pas pu indiquer la distinction pour tous les pays » (Office permanent de l'IIS 1916, p. VI). En 1970 puis en 1978, l'Organisation des Nations Unies propose un ensemble de méthodes pour délimiter l'agglomération urbaine, notamment à partir du critère d'espacement maximal de 200 mètres entre les habitations (ONU 1970, 1978). Si quelques pays adoptent ou élaborent durablement ces critères, d'autres les abandonnent vite. En 1992, seuls six pays de l'Union Européenne utilisent des critères morpho-statistiques relativement comparables (l'Irlande, la France, la Belgique, le Danemark, la Grèce et le Royaume Uni, Cattán et *alii* 1999), à peu près le même nombre aujourd'hui.

Pourtant, de nombreux penseurs de l'espace montrent qu'il est possible de dépasser ces clivages et de s'appuyer sur la forme des réseaux de transport pour proposer *une approche commune et harmonisée, porteuse d'une ontologie³ de la ville dans le temps long*. Dès la fin du 19^{ème} siècle émerge le constat qu'au-delà de leur diversité, les objets urbains se transforment de manière relativement homogène face à des innovations technologiques qui se diffusent dans l'ensemble des pays industrialisés. Un autre invariant, anthropologique cette fois, est le budget-temps d'une heure accordé en moyenne par les citoyens à leurs déplacements domicile-travail (aller et retour). Cette contrainte temporelle permet de paramétrer l'extension des villes dans l'espace sur des durées de temps long, selon des méthodes proposées par de nombreux auteurs et que nous rassemblons et analysons ici, à la fois pour l'Europe et pour les Etats-Unis. Trois grandes phases sont abordées et sont définies en fonction des innovations majeures dans les technologies du transport urbain, au 19^{ème} et au 20^{ème} siècle.

³ La notion d'ontologie est utilisée non seulement en philosophie (« science de ce qui est, des types et structures d'objets, propriétés, événements, processus et relations qui s'inscrivent dans chaque champ du réel », Barry Smith 2003) mais aussi, depuis quelques temps, en informatique (au sens d'une « spécification et conceptualisation d'un certain domaine », Gruber 1993). Nous avons encore peu approfondi ce domaine, mais la distinction proposée par plusieurs chercheurs aux Journées de Rochebrune 2009 « Ontologies et dynamiques des systèmes complexes, perspectives interdisciplinaires » (notamment Livet et Sanders 2009, Muller 2009) entre une ontologie propre au domaine de la théorie, à celui des modèles et à celui des données empiriques, nous semble féconde pour l'analyse de la ville dans le temps long. C'est à peu près ce découpage que nous adoptons dans ce volume, qui part dans ce premier chapitre du domaine théorique, qui s'intéresse dans la deuxième partie aux données empiriques sur les villes et dans la troisième à divers types de modélisation centrées sur l'objet ville.

1.1 Révolution des transports et invention du concept d'agglomération urbaine (19^{ème} siècle)

L'analyse des définitions officielles des villes européennes et américaines, autour de 1900, révèle à la fois la trace de pesanteurs mais aussi des questionnements sur l'émergence de nouvelles formes de villes, qui ne peuvent être saisies dans des catégories juridiques héritées de la période pré-industrielle. Les aménagements qui sont proposés dans certains pays visent à créer de nouvelles catégories juridiques, voire intégrer des critères statistiques. Une approche radicalement différente émerge par ailleurs et se fonde sur la morphologie du bâti, indépendamment du tracé des frontières administratives. Elle ne concerne alors que les très grandes villes, seules concernées à cette époque par le déploiement des réseaux ferroviaires suburbains.

a Dilatation des villes et obsolescence des périmètres administratifs

Dès l'ouverture des premières lignes de chemins de fer dans les grandes villes, les contemporains analysent les transformations massives engendrées dans la forme des villes. Les descriptions rendent compte d'une sorte de dilatation du territoire, s'opérant par un agrandissement progressif de l'horizon quotidien des citoyens : Balzac note ainsi en 1845 que Chaillot est désormais « plus loin que Rouen, qu'Orléans et que Versailles où les chemins de fer viennent en si peu de temps » (Studény 1995, Bretagnolle 2005). En 1895, on peut lire sous la plume d'Elisée Reclus : « Londres, aussi dense que soient ses quartiers centraux, est un merveilleux exemple de cette dispersion de la population urbaine à travers champs et forêts sur plus de cent kilomètres à la ronde » (p. 172). Les exemples de Londres et Boston, deux villes qui se distinguent chacune par l'utilisation précoce de réseaux de transports collectifs, montrent que les innovations surgissent à peu près aux mêmes dates sur les deux continents.

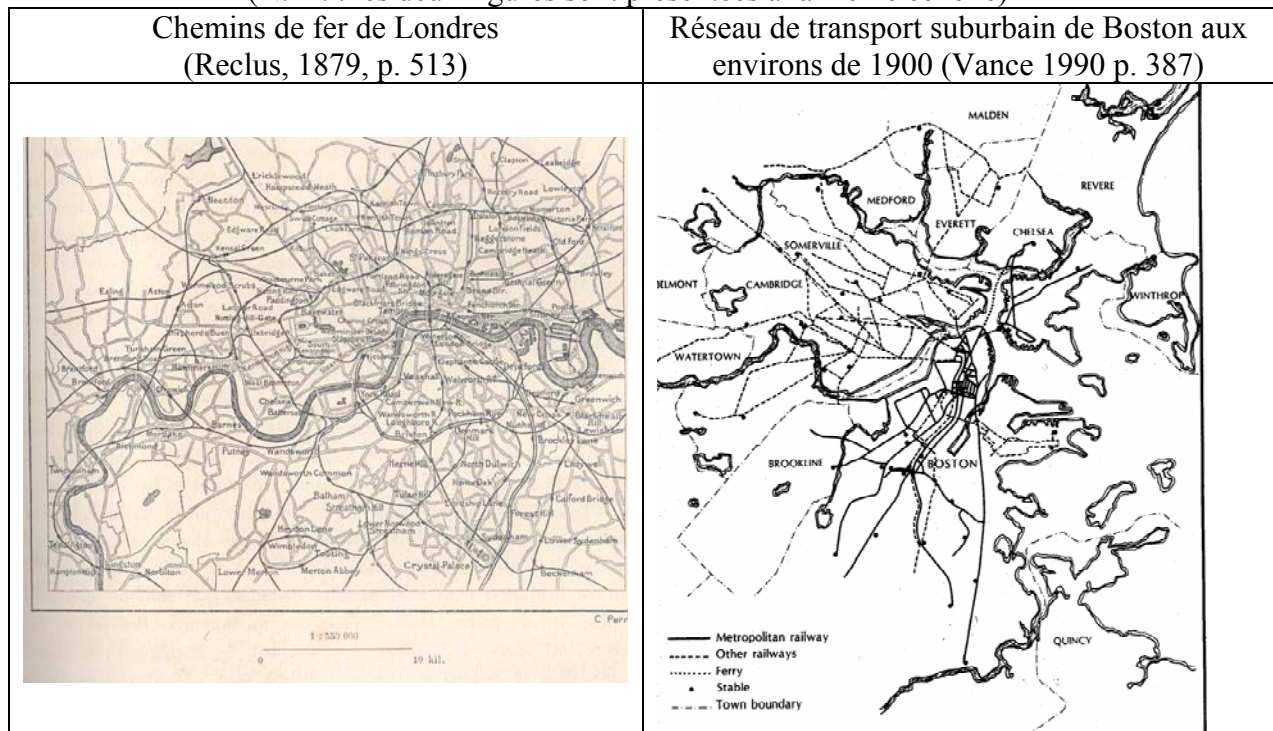
Un premier jalon est donné par l'invention de la traction hippomobile par omnibus, adoptée dès 1829 à Londres, 1835 à Boston. Il s'agit de voitures tractées par des chevaux et pouvant contenir une dizaine de passagers. Cependant, la vitesse n'est que de 8 à 9 km/heure et le rayon moyen des villes n'est pas vraiment affecté par ce nouveau mode de transport, assez cher qui plus est. L'invention de la traction hippomobile sur rail dans les décennies suivantes permet des gains de vitesse importants (à Boston, la moyenne passe à environ 12 km/h, Ward 1964), mais la capacité de charge reste faible. Ce sont les nouvelles sources d'énergie qui se développent ensuite (charbon, électricité) qui vont permettre l'apparition d'une nouvelle forme de peuplement.

Les transports à vapeur sont d'abord adoptés en surface (Londres, 1836) puis de manière souterraine (Londres, 1863), dans les conditions de bruit et de pollution qu'on peut imaginer. L'électricité s'impose alors, avec des moyennes de 20 à 25 km/h en surface (tramway électrique à Berlin, en 1879, à Boston en 1887) puis en sous-sol (Paris en 1900, Berlin, en 1902, New York en 1904 et Londres en 1905). Surtout, le nombre de passagers augmente fortement, allant jusqu'à une centaine par rame dans le métro ou dans les chemins de fer suburbains (Pinol 1991). Les tarifs peuvent donc être accessibles aux classes moyennes, voire

modestes. En Europe, des efforts supplémentaires sont réalisés en direction des classes populaires pour favoriser les échanges avec les nouvelles banlieues et décongestionner les centres-villes (troisième classe, abonnements etc., voir, pour la France, Studény 1995). Roland Marx rappelle cependant, à propos de l'Angleterre, que la solution du départ vers les banlieues apparaît très peu attrayante aux plus pauvres : « aux coûts et fatigues supplémentaires s'ajoutent les nostalgies des solidarités du voisinage, de la rue, des boutiques, l'éloignement des lieux de distribution de la charité publique et privée (...), sans compter le risque de ne pas être disponible quand se présenteraient des emplois occasionnels » (1993, p. 435).

Les effets des transports ferroviaires sur l'étalement des villes sont nets. A Boston comme à Londres (Figure 1), les réseaux se densifient dans un rayon d'une vingtaine de kilomètres.

Figure 1 : Réseaux suburbains à Boston et à Londres à la fin du 19^{ème} siècle
(N.-B. : les deux figures sont présentées à la même échelle)



La croissance démographique des grandes villes est alors considérable. On considère qu'entre 1870 et 1900, le nombre de suburbains autour de Boston passe de 60 000 à 227 000 (Ghorra-Gobin 1998, p. 33). Pour Londres, la population totale de la ville est multipliée par trois, passant de 2,4 millions d'habitants en 1850 à 7,3 millions en 1913 (Bairoch 1998, p. 227). La surface occupée par les populations dépasse largement les périmètres pris en compte par les

définitions officielles, malgré les mouvements d'annexion de communes limitrophes qui se produisent tout au long du 19^{ème} siècle⁴.

Deux textes témoignent de cette inadéquation des périmètres administratifs aux réalités urbaines. Dans l'introduction du recensement de population des Etats-Unis de 1890, on peut lire : « dans beaucoup de cas, ceci [le périmètre de la municipalité urbaine] ne rend pas à la ville toute la population qui lui appartient naturellement. Il peut y avoir des banlieues très peuplées, qui constituent à part entière des parties de la ville, dont les habitants font des affaires avec la ville, qui peuvent être desservis par le même bureau de poste, mais qui, parce qu'ils vivent au delà des limites de la charte d'incorporation, ne peuvent être inclus dans la population de la ville⁵ » (Recensement de 1890, Department of the Interior). Dans les textes de la Nouvelle Géographie Universelle qu'il consacre à la Grande-Bretagne, Elisée Reclus évoque à propos de Londres : « Si grande est la prodigieuse agglomération, que l'on ne peut même s'accorder sur l'étendue qu'il faut lui attribuer. Où s'arrête la mer de maisons à laquelle doit être appliqué le terme conventionnel de Londres ? [...]. Officiellement, il n'y a pas moins de dix-sept villes de Londres, toutes distinctes par le centre, le rayon, les contours » (1879, p. 499). L'Angleterre, comme d'autres pays européens, a tenté à plusieurs reprises de modifier les catégories juridiques traditionnelles définissant le périmètre des grandes villes.

b Approches juridiques et tentatives d'adaptations

La définition juridique de la ville se fonde sur l'octroi d'un statut (Chartier et Neveux 1998, Pinol et Walter 2003), indépendamment de considérations quantitatives (nombre ou densité d'habitants) ou morphologiques (caractère plus ou moins groupé de l'habitat). A la fin du 19^{ème} siècle, les catégories utilisées sont cependant très diverses d'un pays à un autre, et témoignent de multiples tentatives d'adaptation aux nouvelles réalités urbaines.

Au Portugal, la ville est nommée par décret (*elevada à categoria de cidade por decreto*, Ministerio dos Negocios da Fazenda 1905, Tableau 5, p. 30-31), et trois seulement sont nouvellement promues au cours des quatre dernières décennies du 19^{ème} siècle (Santarem, Covilha et Figueira da Foz, respectivement en 1868, 1870 et 1882). Les villes sont constituées de regroupements de bourgs (*povoações*) ou de paroisses (*freguesias*) et correspondent, pour la plupart, à des capitales de district (*capitales de districto*). La plus grande est Lisbonne, qui compte 356 000 habitants, suivie par Porto, 167 000 habitants. Le pays comptant 21 districts au total, on en déduit que d'autres critères ont été utilisés pour les 13 villes restantes mais ils ne sont pas précisés. Il semble que le nombre et l'accroissement des habitants aient été pris en compte. En effet, à l'exception de Miranda do Douro (983 habitants), toutes les villes

⁴ Boston annexe ainsi la municipalité de Roxbury en 1868. D'autres annexions ont lieu à Philadelphie en 1854, Washington en 1871 et New York. Celle-ci, qui se réduisait à Manhattan en 1890 (1,5 millions d'habitants), accroît d'un tiers sa population en 1898 en annexant Brooklyn (800 000 habitants) et trois autres *boroughs* (Bronx, Queens et Staten Island) (Bretagnolle et alii 2008). Pour Londres, des périmètres englobant l'agglomération sont adoptés au cours du 19^{ème} siècle, pour les services de police (1829), les travaux publics (1855) ; le comté de Londres est créé en 1888 et son conseil (*London County Council*) en 1889 (Marx 1993).

⁵ Les extraits des documents en anglais sont traduits par nous.

comptent plus de 2900 habitants, et le tableau qui donne l'évolution des populations depuis 1864 montre que les trois villes nouvellement nommées ont connu des progressions notables.

La fonction administrative joue aussi un rôle majeur en Espagne, même si l'analyse est plus complexe car aucune définition de la ville n'est donnée officiellement⁶ avant 1940 (cf paragraphe 1.2.d). Dans le recensement de 1900, aucun terme ne renvoie à l'urbanisation ou à une quelconque différenciation entre des villes et des villages (Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes 1902). Cependant, les 49 capitales de province (*capitales de provincias*) sont mises en valeur à plusieurs reprises, dans des tableaux présentant les populations et les professions. Les deux plus grandes comptent à peu près le même nombre d'habitants, Madrid (540 000) et Barcelone (533 000), et quatre autres capitales dépassent 100 000 habitants (Valence, Séville, Malaga et Murcia). A la différence du Portugal, les croissances urbaines récentes ne sont pas prises en compte dans le recensement. Par exemple, dans la province industrielle d'Oviedo, une vingtaine de localités dépasse 10 000 habitants mais sont simplement considérées comme des municipalités (*ayuntamiento*), au même titre que les autres.

En Suède, le statut de ville est concédé par décret, et le statisticien et démographe Gustav Sundbärg précise que « la loi suédoise établit de très grandes différences entre les communes rurales et les communes urbaines au point de vue de l'administration tant générale que communale et judiciaire » (Sundbärg 1900, p. 93, ouvrage écrit en français). En 1898, le pays est divisé en 25 « gouvernements » ou comtés (*Län*). Les villes sont dirigées par un « bougmestre », choisi par le gouverneur. La Suède compte alors 92 communes urbaines, dont 22 ont plus de 10 000 habitants. Deux villes dépassent 100 000 habitants, Stockholm, avec 296 000 habitants, et Göteborg avec 123 000 habitants. Le statisticien dénonce la faible adéquation entre le statut juridique et la population des localités. Plus d'un tiers des villes ont moins de 2000 habitants (seuil qu'il considère comme celui de l'urbain) alors que des localités importantes sont considérées comme de simples villages, par exemple Trollhättan qui dépasse 7000 habitants. De manière générale, il cite le cas des centres industriels et commerciaux qui ont récemment émergé et qui sont encore considérés comme des villages : « A côté des vieilles villes légalement reconnues, s'élèvent en outre partout de nos jours de nouveaux rudiments d'agglomérations urbaines, aux gares de chemins de fer, près de certaines grandes fabriques et sur des points favorables au commerce » (Sundbärg 1900, p. 96).

D'autres pays se distinguent par l'élaboration de nouvelles catégories juridiques, témoignant d'une approche plus pragmatique de la ville (Pinol et Walter 2003).

Au Danemark, on distingue les paroisses rurales des paroisses urbaines, appelées *by*, dont certaines regroupent une population assez faible (la paroisse urbaine de Mariager ne compte que 914 habitants en 1901, Statens Statistiske Bureau 1903). Cependant, dans le même temps, un périmètre particulier est créé pour Copenhague, englobant les faubourgs (*Sundbyerne*) et

⁶ Nous avons dépouillé l'intégralité des recensements de population de 1900 à 1940. Ces derniers peuvent être consultés en ligne, sur le site de l'Institut National de Statistiques Espagnoles : <http://www.ine.es/inebaseweb>.

courant tout le long du littoral jusqu'à Horsholm, au nord. La capitale totalise alors 476 806 habitants. En Islande coexistent aussi deux approches différentes. La première, juridique, établit un découpage du territoire en « paroisses, villes et comtés » (*parishes, towns and counties*), et le recensement précise que le statut des *towns* est administratif (Guðmundur Jónsson et Magnús S. Magnússon 1997, p. 64-76). La seconde approche est originale pour l'époque : des noyaux de peuplement sont dits « urbains » lorsqu'ils dépassent 50 habitants (*urban nuclei*) et leur regroupement peut former des entités plus importantes, appelées localités (*locality*) (ibid. p. 90).

Dans le cas de l'Angleterre, l'approche pragmatique s'est imposée plus massivement. Dans ce pays, l'industrialisation massive du 19^{ème} siècle a créé des agglomérations extrêmement peuplées, comme en témoignent les quelques chiffres que nous avons pu recueillir. En 1913, 9 villes dépassent 400 000 habitants (Bairoch 1997, p. 227) et 36 ont plus de 100 000 habitants (Law 1967, p. 135). Le statut de ville (*municipal borough*), octroyé par la monarchie à certaines localités depuis le Moyen Age, est largement insuffisant pour la gestion de ces nouvelles agglomérations, qui ont émergé pour la plupart à l'occasion de la révolution industrielle (Marx 1993). Malgré l'adoption de nouvelles villes par la loi de 1835, on en dénombre seulement 300 en 1900, alors que le nombre de municipalités de plus de 2500 habitants est proche de 900 (Law 1967, p. 135). L'hygiène publique, l'adduction et le drainage des eaux, ou encore le ramassage des ordures dépendent « d'organismes encore mal définis, aux responsabilités mouvantes, souvent concurrentes » (ibid. p. 380). Les conséquences sont désastreuses. L'entassement, la pauvreté et les épidémies sont responsables d'une mortalité urbaine extrêmement élevée : pour la seule ville de Birmingham, on dénombre près de 3000 décès par an du seul fait de maladies ou d'actes violents au cours de la décennie 1871-1880 (ibid. p. 438). Un deuxième type de périmètres urbains est créé en 1875 par le Public Health Act sous l'appellation d'*urban sanitary districts*. Les localités sont dotées d'organes élus qui gèrent les questions de santé et d'hygiène (Pinol et Walter 2003, p. 20). Un troisième périmètre est ajouté en 1888 par le *Local Government Act*. Il s'agit des *county borough*, créés pour 61 localités de plus de 50 000 habitants (Pinol et Walter 2003, p. 20).

Le statut de ville résulte donc de l'imbrication de ces trois types de définitions, correspondant en partie seulement à des limites administratives, ce qui entraîne, de l'avis du statisticien et démographe Adna Weber (1899, p. 41), un véritable casse-tête. Cependant, il semble qu'il y ait une assez bonne adéquation temporelle entre l'extension des banlieues et leur prise en compte par l'établissement des nouveaux périmètres institutionnels. Dans les années 1960, le géographe britannique C. M. Law compare une base de données sur les populations urbaines, qu'il a construit lui-même en utilisant des critères de contiguïté, de population et de densité minimale, et les chiffres officiels donnés à chaque recensement. Les taux d'urbanisation sont quasiment semblables, à quelques pourcentages près (1967, p. 131).

Dans certains pays, la définition des villes intègre un critère statistique, consistant dans un seuil de population minimale. La situation est cependant loin d'être claire, car ce critère s'ajoute à des critères juridiques plus anciens, souvent sans les détrôner. Quatre pays sont concernés⁷, la France, l'Italie, l'Allemagne et les Etats-Unis.

La définition officielle de la ville en France, qui date du recensement de 1846, est originale pour l'époque. Sont considérées comme urbaines « les communes qui regroupent plus de 2000 habitants agglomérés au chef-lieu » (Pinol 1991, p. 15). L'histoire de cette définition remonte à l'époque révolutionnaire : « En créant les communes, la Révolution avait aboli les anciens privilèges citadins et confondu sous une dénomination unique diverses formes de groupements : villes, bourgs, villages. Mais elle s'était privée en même temps de recourir aux vieilles définitions qualitatives, qui établissaient sur un critère synthétique d'opinion les distinctions » (Lepetit 1988, p. 23). Le seuil de 2000 habitants semble même antérieur à la révolution, comme l'a montré Christine Lamarre (1987, p. 69). Il est avancé lors de la réforme Laverdy (1764-1765), visant à « créer pour la première fois une législation municipale uniforme », en distinguant les villes et bourgs « de plus de 2000 habitants ».

En 1808, un texte important donne une définition de la ville fondée sur ce seuil statistique. Il s'agit de la loi du 25 novembre, qui rétablit les droits d'entrée (les octrois ayant été supprimés en 1791) « dans les villes ou bourgs de 2000 âmes et au dessus ». A la suite de cette loi, le décret d'application du 21 décembre 1808 précise que les boissons seront taxées « dans les lieux dont la population agglomérée sera de 2000 âmes au moins ». Suite aux demandes d'explications adressées par certains préfets, on recommande dans une lettre d'examiner si la commune contient des « bourgeois, des marchands, des propriétaires vivant du produit de leurs revenus, enfin si ce chef-lieu peut être regardé comme une ville, comme un bourg ou simplement comme un village » (Le Mée 1971, p. 461). La ville est ainsi définie selon plusieurs critères, non seulement statistiques, administratifs, et morphologiques, mais aussi fonctionnels, bref, « tous les critères de définition de l'urbain » (Lepetit 1988, p. 23).

La croissance rapide des grandes villes ou d'agglomérations industrielles dans la deuxième moitié du 19^{ème} siècle n'entraîne pas d'aménagements dans la définition française de l'urbain, mais la multiplication d'annexions de communes (Paris en 1860, Lyon en 1852, Bordeaux en 1865, etc.). En 1867, Alfred Legoyt, alors secrétaire général de la Société de Statistique, publie un ouvrage appelé *Du progrès des agglomérations urbaines et de l'émigration rurale en Europe et particulièrement en France*. C'est la première fois, à notre connaissance, que la notion d'agglomération urbaine est utilisée⁸. Cependant, il ne propose pas de considérer les groupements de population au delà des limites administratives (agglomérations multi-communales), alors que la France caractérisé par des communes de très petite taille.

⁷ Le dépouillement des recensements que nous avons pu faire n'est pas exhaustif. Cependant, les pays manquants se situent essentiellement en Europe centrale et orientale et il nous semble peu probable que des critères statistiques aient été utilisés dans ces pays, compte tenu des lectures ou observations que nous avons pu faire.

⁸ Cette référence nous a été indiquée par Marie-Claire Robic, que nous remercions ici.

En Italie, la situation est particulièrement complexe. Alfred Legoyt observe en 1867 que « les documents officiels de ce pays donnent la qualification d'urbaines aux populations des *centres* [c'est l'auteur qui souligne] de 6000 habitants au moins » (p. 27). Cependant, Gustav Sundbärg (1906) nous apprend que la population des « *centri* », qu'il traduit en français par « ville », n'est plus donnée officiellement après 1881. Il ajoute que la différence entre les « centres » et les « communes » réside dans la prise en compte des faubourgs, pour les premiers, « mais pourtant pas toujours ». Lorsque nous avons consulté le recensement italien de 1901, nous avons eu confirmation de cette évolution. La notion de « centre » est toujours utilisée, mais elle ne désigne pas un regroupement de commune avec des faubourgs : on trouve pour Milan par exemple un tableau présentant la population des mandements (*mandamento*) du « centre principal » et des « centres secondaires ». Pour chaque mandement, commune (*comuni*) ou fraction de commune (*frazioni*), le recensement distingue la population totale (*in complesso*), agglomérée (*agglomerata*) et éparse (*sparsa*). Les communes les plus importantes sont appelées *Città* (ville au sens de municipalité), et des faubourgs (*suburbio* ou *sobborgui*) sont parfois mentionnés à leur propos (Ministerio di agricoltura, industria e commercio, 1902).

Dans la toute jeune démocratie électorale que constituent les Etats-Unis du 19^{ème} siècle, le passage de la simple localité (*place*) à la municipalité urbaine (*city* ou *town*⁹) s'effectue par un acte d'« incorporation », qui s'établit par un vote (Gorrha-Gobin 1998) : les voix des deux tiers d'une population en faveur de l'incorporation entraînent la création d'un gouvernement local, qui s'inscrit soit dans un cadre urbain (*cities*, *towns*), soit dans un cadre rural (*villages*), soit dans celui d'un district (*boroughs*). Il n'y a pas forcément de correspondance entre la ville et le maillage administratif. Lorsque celle-ci est créée, une charte précise les limites de son territoire, lequel coïncide parfois seulement avec le *Minor Civil Divisions*, maille administrative élémentaire (Bretagnolle et alii 2008). En 1860, nous avons pu constater que certaines villes (*cities* ou *towns*) de la Californie ou de l'Orégon regroupent moins de 150 habitants (Direction of the Secretary of the Interior 1860). Des critères statistiques sont donc préconisés par le bureau du recensement dès 1870 (Walker, 1874). A partir de cette date, les recensements stipulent un seuil minimal à partir duquel les *cities* ou *towns* sont considérées comme urbaines pour les statistiques officielles. Ce seuil est de 8000 habitants en 1874, puis il s'abaisse à 4000 habitants en 1880 et 2500 à partir de 1910.

La prise en compte d'un critère statistique caractérise aussi l'Allemagne dans les mêmes années (Pinol 1991, p. 17). Dans ce pays, le statut de ville est juridique et varie d'une région à une autre (ibid., p. 15). A partir de la proclamation de l'Empire en 1871, les villes sont présentées dans le recensement comme des communes de plus de 2000 habitants, classées selon leur population en plusieurs catégories. Celles-ci sont rappelées dans le recensement que nous avons consulté pour l'année 1900 : de 2000 à 5000 habitants (*landstädte*), de 5000 à 20000 (*kleinstädte*), de 20000 à 100000 (*mittelstädte*), plus de 100000 (*grossstädte*) (Statistik

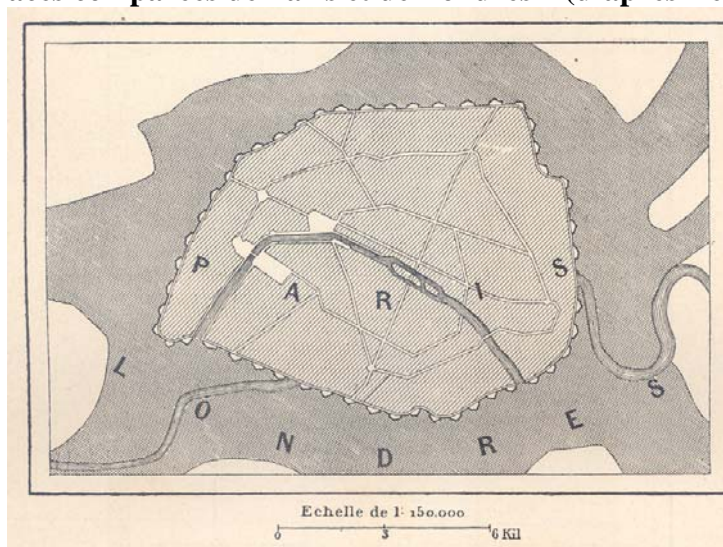
⁹ Ces termes renvoient à une très grande diversité de situations à l'intérieur du territoire fédéral. Certains états regroupent exclusivement des *towns* (par exemple les six états de la Nouvelle Angleterre), d'autres à la fois des *cities* et des *towns* (la Californie, l'état de New York, l'Illinois), d'autres enfin seulement des *cities* (l'Idaho).

der Deutschen Reichs 1900). Cependant, malgré cette tentative d'harmonisation statistique, le statut des villes reste juridique, et cela même à l'époque actuelle (Moriconi-Ebrard 1993, 1994, Cattan et alii 1999).

d Premières délimitations d'agglomérations par contiguïté

Dans les années 1870-1880 émerge une approche radicalement différente de la ville, fondée sur l'observation de son emprise réelle au sol. Elisée Reclus semble précurseur dans ce domaine. En 1877, il superpose des cartes de la superficie de Paris et de Londres et constate que la surface de la première est plus réduite mais que la comparaison est biaisée car le périmètre ne prend pas compte des « rangées continues de maisons » qui s'étendent « aux abords » de la capitale française¹⁰ (p. 718 et Figure 2).

Figure 2 : « Surfaces comparées de Paris et de Londres » (d'après Reclus 1877, p. 718)



A la fin des années 1890, deux statisticiens, Paul Meuriot et Adna Weber, consacrent chacun un ouvrage à l'étude comparée des villes, le premier à propos de l'Europe (1897), le second à propos du monde (1899). Ces deux grands textes consacrent la notion d'agglomération urbaine morphologique, c'est-à-dire définie par la proximité des habitations, indépendamment des limites administratives. Paul Meuriot, historien et « inventeur de la statistique sociale » (Roncayolo, Paquot 1992, p. 21), ancien élève d'Emile Levasseur¹¹, publie en 1897 sa thèse intitulée *Des agglomérations urbaines de l'Europe contemporaine*. Selon lui, « Pour qu'une population soit dite urbaine, il ne peut donc suffire qu'elle atteigne un certain chiffre, même

¹⁰ Cette illustration nous a été communiquée par Jean-Baptiste Arrault, qui la cite dans sa thèse intitulée : "Penser à l'échelle du Monde. Histoire conceptuelle de la mondialisation en géographie (fin du XIXe siècle/entre-deux-guerres)", sous la direction de Marie-Claire Robic. Cette thèse a été soutenue en 2007 à l'université Paris 1.

¹¹ Ce dernier, économiste et statisticien social, décrit dans *La Population Française* (publiée entre 1889 et 1892) quatre lois dont une portant sur les cercles concentriques du développement urbaine (Rhein 2005).

élevé ; le véritable indice d'une population urbaine doit être l'*agglomération* [c'est l'auteur qui souligne], c'est-à-dire la réunion sur un espace relativement restreint d'une population plus ou moins considérable » (1897, p. 42). Adna Webber, statisticien d'origine allemande émigré aux Etats-Unis, étudiant en économie et sciences sociales à l'université de Cornell, publie en 1899 un travail intitulé *The Growth of Cities in the Nineteenth Century. A Study in Statistics*. A propos des définitions des villes, il écrit : « One method of studying the spatial relations of men and communities to one another is by measuring the density of population ; the more human beings to the square mile, the closer together must be their habitations » (1899, p. 4).

Quelques années plus tard, Paul Meuriot propose une liste de critères pour délimiter les agglomérations. Une première proposition consiste dans l'utilisation d'un seuil minimal de population et agréger les entités administratives contiguës dépassant ce seuil. Une seconde consiste à ajouter un critère géométrique. Il s'agit de choisir un « rayon donné », et d'additionner à l'intérieur de ce périmètre la population urbaine, c'est à dire celle dépassant « un chiffre de population à déterminer » (Meuriot 1909). Un texte plus récent soulève la question de la pertinence de ces critères morphologiques pour approcher la société urbaine. L'auteur défend l'idée que le groupe ainsi délimité *fait ville*, car « le mouvement perpétuel qui porte une partie de plus en plus considérable de la population hors du centre, mais que son travail y appelle, établit entre les régions diverses de l'agglomération un trait d'union vivant et une solidarité qui 'parisiannise' la banlieue » (Meuriot 1919, p. 24).

Les trois types de méthodes proposées pour agglomérer des entités contiguës, par le choix d'un seuil de densité minimale (Webber), d'un seuil minimal de population et/ou d'un rayon kilométrique fixe (Meuriot), sont utilisés pour délimiter les grandes villes dans certains recensements, dès la fin du 19^{ème} siècle.

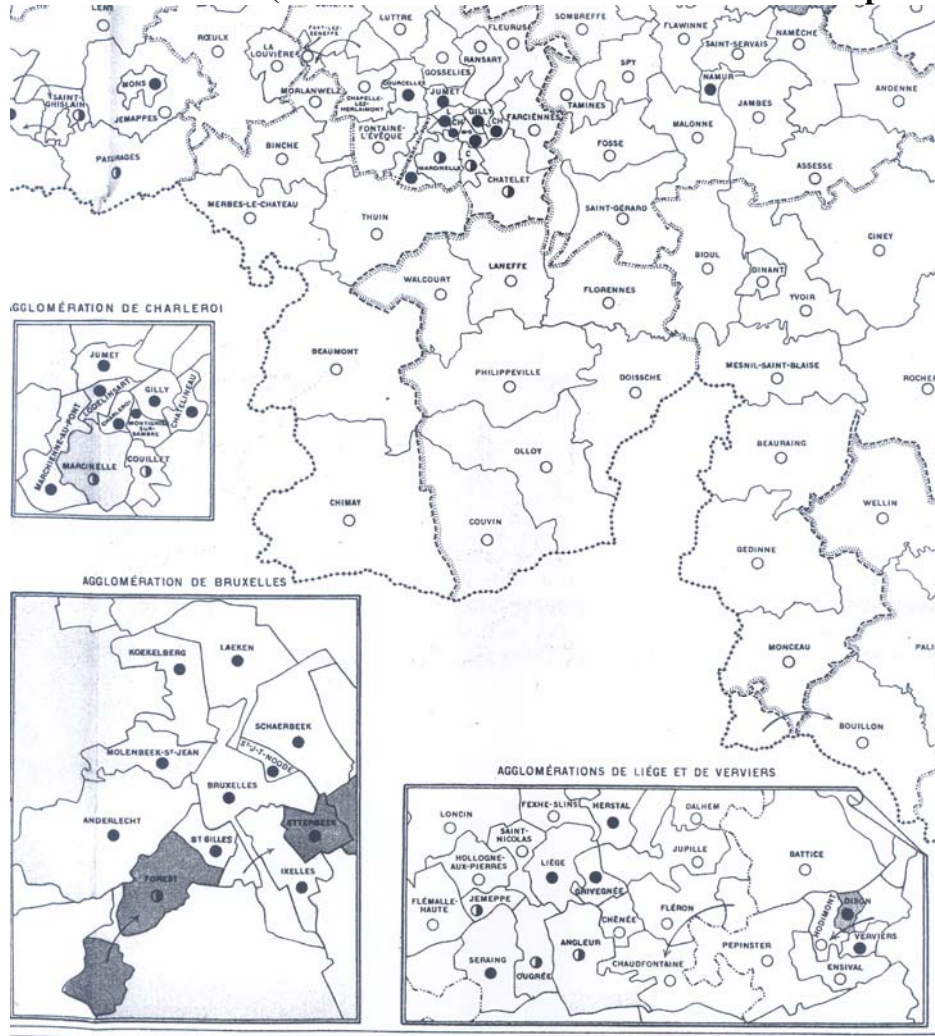
Il semble que la Suisse soit pionnière dans ce mouvement (Schuler 1984, p. 28). Deux agglomérations sont définies au recensement de 1880, celle de Zurich (comprenant huit communes dites « extérieures ») et celle de Genève (deux communes extérieures). Les critères retenus ne sont pas décrits, mais des cartes de l'époque attestent que les deux agglomérations présentent une continuité de la zone bâtie (ibid., p. 28). Dans le recensement que nous avons consulté pour l'année 1900, Zurich compte onze communes « suburbaines » et Genève, appelée « Genève-agglomération » en contient quatre (Statistique de la Suisse 1908).

Entre 1890 et 1910, la Belgique se dote aussi d'instruments pour délimiter les agglomérations¹². Alors qu'aucun critère n'est mentionné au recensement de 1890 (Ministère de l'Intérieur et de l'Instruction publique, 1893), six villes font l'objet d'un regroupement avec des « communes faubourgs » dans le recensement de 1910 (Ministère de l'Intérieur et de l'Instruction publique, 1912). Sont concernées quatre agglomérations principales (Bruxelles, Anvers, Gand et Liège) et deux plus petites (Charleroi et La Louvière). La méthode n'est pas clairement explicitée, mais des cartes des « agglomérations » de Charleroi, Bruxelles, Liège et Verviers (Figure 3) indiquent par un figuré de couleur les cantons dont « la proportion de population comprise dans les communes de plus de 10 000 habitants » est de 100% (cercle plein noir), de 50 à 90% (demi-cercle noir) et inférieure à 50% (cercle blanc). On observe aux

¹² Nous n'avons pu consulter le recensement de 1900, car il n'est pas conservé à l'INED.

abords des cantons éponymes des trois agglomérations un conglomerat de cercles pleins ou demi-pleins, dans un rayon d'une dizaine de kilomètres. Il semble donc que la contiguïté des communes et le seuil minimal de 10 000 habitants soient les critères retenus pour définir les agglomérations urbaines. Un tableau présentant les quatre agglomérations principales et leurs communes-faubourgs permet de reconstituer la population totale des grandes villes. Bruxelles, par exemple, passe de 177 000 habitants (commune centre) à 720 000 (agglomération). Un commentaire joint au tableau insiste sur la forte croissance démographique des communes-faubourgs, alors que les communes-centre sont le plus souvent en déclin.

Figure 3 : « Carte indiquant par canton de milice le mouvement de la population du Royaume de 1900 à 1910 » (Ministère de l'Intérieur et de l'Instruction publique, 1912)



L'expérience allemande est originale : au recensement de 1900, les 33 communes de plus de 100 000 habitants (*grossstädte*) donnent lieu à des constructions d'« agglomérations » (*agglomeration*) à partir du tracé géométrique d'un cercle de 10 km de rayon (*im umfreis von 10 km*) à partir de leur centre (*grossstadtmittelpunkt*). Un tableau présente les agglomérations définies pour les 27 communes les plus importantes, avec, pour chacune, la population de la commune centre et la population totale des communes environnantes (*umgebung*). Les

résultats sont spectaculaires, notamment aux abords des très grandes villes et dans les zones industrielles. Berlin passe ainsi de 1,9 à 2,5 millions d'habitants, Essen est propulsée de 139 000 à 756 000 habitants (Statistik des Deutschen Reichs, 1900).

Au total, si l'on considère les 18 pays pour lesquels nous avons pu répertorier et analyser les définitions de la ville (Tableau 1), quatre utilisent aux environs de 1900 une approche morphologique de la ville, et l'on peut noter que ce sont quasiment les mêmes aujourd'hui, à quelques changements près sur lesquels nous reviendrons.

Tableau 1 : Les définitions de la ville en Europe au tournant des 19^{ème} - 20^{ème} siècles
(Arrault, Bretagnolle, 2008, non publié)

Pays	Recensement ou autre source	Briques élémentaires (et nombre lorsque mentionné)	Entité « ville » (et nombre lorsque mentionné)
Albanie (nord)	1916-1918, Akademie ... (BN)	<i>Gemeinde</i>	<i>Stadtgemeinde</i>
Allemagne	1900, Statistik... (BN)	<i>Gemeinde</i> (3397)	<i>Agglomeration</i> (27) <i>Stadtgemeinde</i>
Angleterre	1901, Parl. Papers (BN), 2 des 7 volumes dépouillés	Paroisse (<i>parish</i>), District (<i>ward</i>)	<i>County boroughs, Municipal borough, Urban district</i>
Belgique	1890 et 1910, Min. Int. (INED)	Commune (2596)	Agglomération (4)
Bosnie-Herzégovine	1895, Statistischen Dep. (INED)	<i>Gemeinde</i>	<i>Stadtgemeinde</i>
Danemark	1901, Danmarks Stat. (INED)	Paroisse (<i>beforlknong</i>)	<i>By</i> (paroisse urbaine) + « agglomération » Copenhague
Espagne	1900, Ministerio de Instruct. (en ligne)	Municipalité (<i>ayuntamientos</i>)	<i>Capitales de provincias</i>
France	1911 (Dénomb., INED)	Commune	Commune urbaine
Irlande	1902, Jordan 1998	Paroisse (<i>parish</i>) <i>Town</i>	<i>Town, City</i> <i>Urban district</i>
Islande	1901, Guðmundur et al. 1997	Paroisse (<i>parish</i>) <i>Nucleus</i>	<i>Town</i> <i>Urban nucleus</i>
Italie	1901, Ministerio di agric. (BN)	<i>Communi, mandamento, frazioni</i>	<i>Centri</i> <i>Citta</i>
Luxembourg	1900, Min. de l'Eco. (BN)	Communes (118)	« canton de Luxembourg-ville »
Norvège	Sundbärg (1906)	Non mentionné	Oslo « avec ses faubourgs »
Portugal	1900, Min. dos Negocios (INED)	Paroisses (<i>freguesias</i>)	<i>Cidades</i>
Roumanie (Royaume + Transylvanie)	1899, Ministerul agriculturii et Rotariu (1999), INED et BN	<i>Comune</i> <i>Municipii</i> (transyl.)	Commune urbaine Orasele (villes principales)
Serbie	1900, Direction de la Stat. d'Etat, (INED)	Commune	Commune urbaine
Suède	Sundbärg (1906)	« communes » (ouvrage en français)	6 agglomérations (ville + « faubourg »)
Suisse	1900, Stat. de la Suisse (INED)	Commune	Agglomération

Note relative au Tableau 1 : Les recensements relatifs à la Grèce (1913), la Hongrie (1891), l'Autriche (1890), les Pays-Bas (1899) et la Pologne n'ont pas été dépouillés, principalement pour des raisons linguistiques. BN : Bibliothèque Nationale.

Tout comme pour les quatre pays d'Europe présentés ci-dessus, les Etats-Unis se signalent dès 1910 par une approche morphologique. Les 25 municipalités de plus de 200 000 habitants sont définies à partir de cette date comme des « districts métropolitains » (*metropolitan districts*), selon des critères de distance et de densité. Ces derniers sont décrits dans un article intitulé « *cities and their suburbs* » (Department of the Interior, 1910, p. 73 et suiv.) : dans un rayon de 10 miles (environ 16 km) autour d'une municipalité, les « villes et territoires adjacents » dont la densité est supérieure à 150 habitants au mile carré (environ 390 hab./km²) sont agrégés pour former un district. Ces territoires correspondent aux *Minor Civil Divisions*, divisions primaires des *counties*. A titre d'exemple, le district métropolitain de New York totalise 6,5 millions d'habitants (au lieu des 4,8 millions de la municipalité), et intègre 30 municipalités voisines, dont Newark et Jersey city (voir Figure 10, présentée dans la partie suivante). Quelques statistiques sont fournies et montrent que les districts concentrent un quart de la population urbaine totale des Etats-Unis et qu'un tiers de leurs habitants résident dans des zones suburbaines ainsi définies. Surtout, le rapport mentionne qu'entre 1900 et 1910 la croissance des zones suburbaines a été plus forte que la croissance des zones centrales, avec un gain de 43% en zone suburbaine contre 33% en zone centrale (Bretagnolle et alii 2008).

1.2 Définition temporelle ou morphologique des agglomérations ? (a. 1910-1950)

A partir des années 1900-1910, une nouvelle génération de transports publics émerge autour des bus à moteur et des trains à propulsion électrique, qui peuvent non seulement rouler plus vite mais aussi desservir plus facilement de multiples stations et permettre l'occupation de certains espaces interstitiels (Pinol et Walter 2003, p. 199). La surface bâtie et le rayon des grandes villes s'accroissent sans commune mesure. A Londres, en 1914, les tramways transportent 260 000 passagers par jour et les trains 560 000 (Hall 1988, p. 51). Entre 1919 et 1939, la population du *Greater London* passe de 6 à 8 millions d'habitants tandis que sa surface est multipliée par 5 (Hall 1973, p. 83). Dans le cas de l'agglomération parisienne, les migrations quotidiennes sont multipliées par 5 entre 1901 et 1936 (de 100 000 à près de 530 000 migrations par jour, Beaucire 1988, p. 87).

Les contours des grandes villes questionnent de manière persistante les géographes, sociologues et urbanistes : *comment tracer les limites externes d'un objet sans cesse en évolution, et dont la forme devient de plus en plus complexe ?* Les chercheurs se dotent d'instruments nouveaux, les cartes à métrique temporelle et les cartes en isolignes. La diffusion des travaux de Minkowski sur l'unité temps-espace¹³ et la théorie de la relativité,

¹³ Mathématicien balte (1864-1909), ancien professeur d'Einstein. Il est notamment à l'origine de la notion d'espace-temps et de quatrième dimension, et adapte la théorie de la relativité à la théorie des nombres.

même s'ils ne sont cités explicitement qu'à partir des années 1950 (Bretagnolle et Robic 2005-a) ne sont peut-être pas étrangers à l'adoption de ce nouveau référentiel temporel dans les années 1910.

a Rayons des villes et budget-temps

En 1915, dans l'ouvrage appelé *Cities in evolution*, le sociologue et géographe anglais Paul Geddes décrit une « nouvelle forme de groupement humain » (p. 15), qu'il aborde de manière inédite. Au lieu de se référer, comme c'est traditionnellement le cas, à des cartes ou à des plans, il propose d'examiner les villes « à vol d'oiseau, ou, comme on peut le dire maintenant, à partir d'une vue aérienne » (p. 17). Cette vision verticale et directe des formes urbaines lui permet de décrire un étalement urbain intense progressant autour des grandes villes à la manière d'un récif corallien. Selon lui, le transport ferroviaire et le télégraphe contribuent au développement d'une « conurbation industrielle », assimilée à une « pieuvre » (*octopus*, p. 9) dont les tentacules s'étirent le long de lignes de chemin de fer et finissent par joindre celles lancées par les villes voisines. Tout comme Piotr Kropotkine ou plus tard l'urbaniste Lewis Mumford, Paul Geddes oppose deux formes de villes, la ville héritée du Moyen Age, que l'on parcourt à pied (*walking* ou *pedestrian city*) et la ville ferroviaire née de l'époque industrielle (*railway city*).

Les conurbations qu'il repère se situent non seulement en Grande-Bretagne (autour de Londres, Liverpool, Manchester, Sheffield etc.) mais aussi en France (Paris, la Riviera), en Allemagne (Berlin et la Ruhr) et aux Etats-Unis (Pittsburgh, Chicago, Boston-New York). A propos de cette dernière conurbation, il annonce une future « *city-line* » qui s'étendra le long de l'Atlantique sur 500 miles, soit près d'un demi-siècle avant la *Megalopolis* de Jean Gottman (cité dans Hall 1988 p. 146). Surtout, de manière extrêmement novatrice pour l'époque, il propose d'appréhender les conurbations selon un seuil d'accessibilité fondé sur le budget-temps des navetteurs : « De manière générale, la limite principale de la ville moderne est celle du trajet d'une heure, le maximum auquel peuvent faire face les habitants pressés sans trop entamer leur journée de travail ; c'est donc principalement avec l'extension constante et l'accélération des moyens de communication que se forme et s'étend chaque conurbation » (1915, p. 19 ; c'est nous qui traduisons).

Quelques années plus tard, l'urbaniste Lewis Mumford, grand admirateur de Paul Geddes, renchérit à propos de la question d'une taille optimale des villes : « Une autre limitation est la distance-temps entre le centre de la communauté et les couronnes périphériques ; quand la distance-temps s'allonge au point que les habitants des couronnes ne fréquentent plus le centre que de manière intermittente, ils feraient mieux d'établir une ville séparée » (1928, p. 33).

b Cartes en isochrones des contours urbains

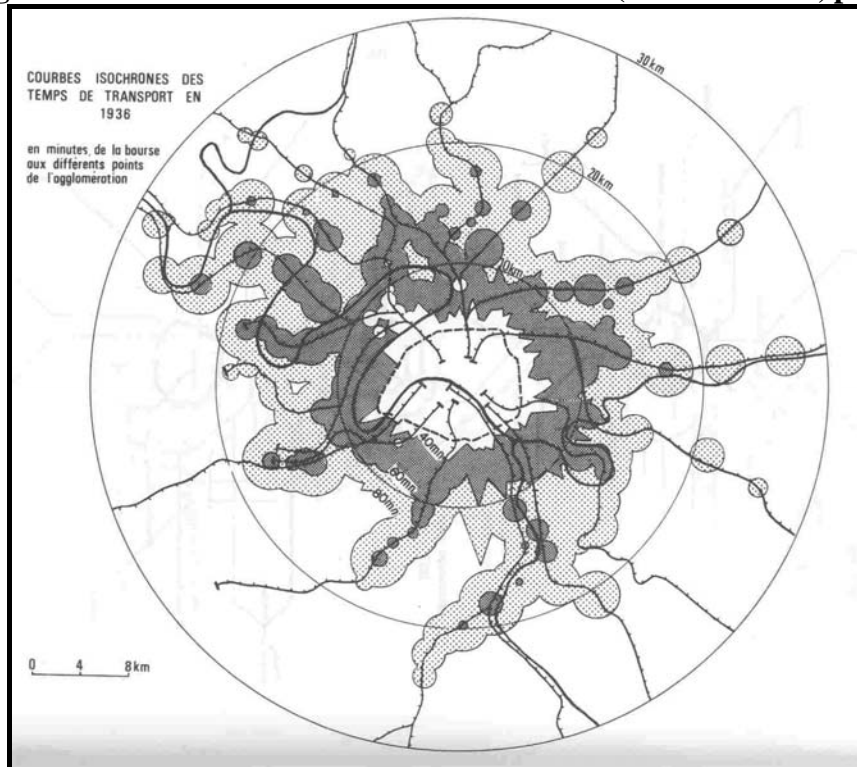
Adoptant cette même vision d'un espace relativisé par les durées de déplacement, certains cartographes ou urbanistes construisent des cartes à métrique temporelle pour rendre compte des transformations induites par les transports. Si les anamorphoses unipolaires sont imaginées dès le milieu du 19^{ème} siècle¹⁴ (Palsky 1996, Bretagnolle 2005-a), des cartes plus précises, établies en isochrones, apparaissent dans les années 1870-1880. A partir des années 1910, des procédés semblables sont appliqués pour délimiter les contours des grandes villes.

Ainsi, le géographe viennois Hugo Hassinger, spécialiste des formes urbaines et de leur évolution historique, publie en 1910 une carte de Vienne (« Beiträge zur Siedlungs- und Verkehrsgeographie von Wien », in *Mitteilungen der K.K. Geographischen Gesellschaft*, 53, p. 3-88), dans laquelle figurent deux séries d'informations. La première représente, dans un rayon d'environ 20 km autour du centre-ville, le bâti et les voies de communications (fleuve et rivières, routes et chemins de fer). La seconde superpose à ce substrat topographique deux courbes, l'une délimitant les localités atteintes en moins de 40 minutes à partir du centre, l'autre, celles atteintes en moins de 60 minutes. Le résultat est spectaculaire. Tout d'abord la zone de bâti continu est parfaitement circonscrite dans l'isochrone d'une heure (Walter Christaller soulignera, en 1933, la portée de ce résultat obtenu de manière empirique). Surtout, la carte révèle des formes urbaines nouvelles. Le contour de la ville suit un dessin tortueux, au gré des routes et des gares qui projettent des tentacules urbanisés au cœur des campagnes environnantes. Si ce type de déformations de l'espace par les temps de transport avait déjà été mis en évidence par Von Thünen en 1826, plus originale est la présence d'un chapelet de cercles aux confins de la zone de bâti continu, centré chacun sur une gare, évoquant déjà l'idée d'une ville « en grains de chapelet » (Merlin 1991, p. 427).

En France, c'est Gaston Bonnier (1919), architecte et inspecteur général à la Préfecture de la Seine, qui propose pour Paris une série de cartes de temps de parcours à différentes dates. Ces cartes illustrent une conception dynamique de l'agglomération, en croissance continue (Verdeil 2001, p. 206). Pour Bonnier, la méthode des cartes isochrones permet de « délimiter la limite naturelle d'une grande ville » (Bonnier 1919, p. 245). Commentant ces cartes pour le public des *Annales de géographie*, Albert Demangeon (1922) rappelle combien cette extension est liée aux moyens de transport utilisés et comment elle atteste de l'action déterminante des moyens de transports sur le peuplement urbain (cité dans Bretagnolle et Robic 2005-b). Les cartes de Bonnier seront reproduites et mises à jour à plusieurs reprises (par exemple dans Beaucire 1988, Figure 4).

¹⁴ L'anamorphose unipolaire consiste à représenter les dimensions successives d'un territoire en le contractant de manière proportionnelle aux durées moyennes de déplacement. Un procédé simple est décrit en 1839 par Constantin Pecqueur (Bretagnolle 2005-a) : on calcule le rapport entre les vitesses moyennes des chemins de fer et des diligences, évalué approximativement à 6. On trace ensuite des droites joignant Paris aux principales villes de province situées près des frontières, et on divise par 6 la longueur de chacune. Les points obtenus sont joints par une courbe, représentée à l'intérieur de la carte de la France. La courbe donne la dimension de la France du chemin de fer (approximativement l'Ile de France) par rapport à la France des charriots et des diligences (les contours actuels de la France).

Figure 4 : Carte en isochrones de Paris en 1936 (Beaucire 1988, p. 98)



Les critères de définition utilisés par les organismes de recensement ne reprennent cependant pas les propositions fondées sur le budget-temps. D'autres critères, fondés sur l'observation de l'extension du bâti des villes, permettent d'approcher les contours de manière plus précise.

c Délimitations par la continuité du bâti

Dès les années 1930, des critères de continuité morphologique sont pris en compte dans les recensements mais sont encore peu explicités. En Suisse, l'agglomération est définie officiellement en 1930 en fonction de la population de la commune centre (seuil minimal de 10 000 habitants), et, pour les communes d'agglomération, de la part d'actifs agricoles, d'actifs navetteurs, et de l'existence d'une « continuité de la zone bâtie entre la commune centre et les communes d'agglomération » (Schuler 1984). En 1934, Henri Bunle, qui deviendra directeur de la Statistique générale de la France en 1940 (cité dans Marpsat 1986 et Le Gléau et *alii* 1996), évoque plusieurs critères possibles. Dans une communication à la XXII^{ème} session de l'Institut international de Statistique, intitulée « Comparaison internationale des agglomérations urbaines », il propose un critère de densité de la population, d'accroissement et de déplacements journaliers. Il établit ainsi une carte de Paris et de ses environs, subdivisées en zones concentriques selon la densité de la population et une autre selon l'ampleur des navettes. Il estime finalement que c'est la « considération des densités qui répond le mieux au but poursuivi » et détermine le périmètre des agglomérations de Paris,

Londres et Berlin en ne retenant que les circonscriptions administratives où la densité des habitants dépasse 1000 au km². L'information est néanmoins très succincte, puisque ni la continuité du bâti, ni un seuil minimal de population ne sont sollicités.

A partir des années 1950, les campagnes de couverture systématique par photographies aériennes permettent d'aller plus loin et d'affiner les critères morphologiques.

En 1949, le Bureau du Recensement des Etats-Unis propose une nouvelle définition des grandes villes, l'*urbanized area*, fondée à la fois sur des critères de densité minimale et de continuité du bâti. Cette approche doit permettre « une meilleure différenciation des populations urbaines et rurales au voisinage des grandes villes que celle utilisée jusqu'alors » (Department of the Interior 1950, p. xxvii). La nouveauté, par rapport aux districts métropolitains, réside essentiellement dans la définition des contours (*boundaries*). Ces derniers ne sont plus forcément administratifs, mais suivent les « traits caractéristiques du paysage tels que les routes, les rues, les lignes ferroviaires, les cours d'eau, ou autres » (ibid.). Les contours sont repérés par des « cartes, photographies aériennes ou autres sources d'information, et vérifiés ensuite sur le terrain » (ibid.). Des critères de population minimale et de densité sont aussi pris en compte. Ainsi, une *urbanized area* doit inclure au moins une municipalité de plus de 50 000 habitants, appelée *central city*. Les territoires périphériques (*fringe*) doivent être contigus et peuvent consister en localités incorporées de plus de 2500 habitants, ou moins s'ils présentent une densité de plus de 500 unités d'habitation au mile carré, ou encore n'être pas incorporés mais présenter cette densité minimale. Les auteurs ajoutent que « ce seuil de densité représente à peu près 2000 habitants au mile carré [5180 hab/km²], soit le minimum associé généralement à une rue densément occupée » (*closely spaced street pattern*, ibid.). En tout, 157 *urbanized areas* sont dénombrées au recensement de 1950 (voir celle de Boston reproduite Figure 9). Les critères sont ensuite simplifiés : en 2000, il s'agit des localités centrales et des territoires adjacents totalisant plus de 50 000 habitants et dont la densité est globalement supérieure à 1000 habitants au mile carré [2590 hab/km²]). Des entités plus petites sont aussi définies en 2000, les *urban clusters* (le seuil de densité est le même mais le total doit cette fois être compris entre 10 000 et 50 000 habitants) (Office of Management and Budget 2000).

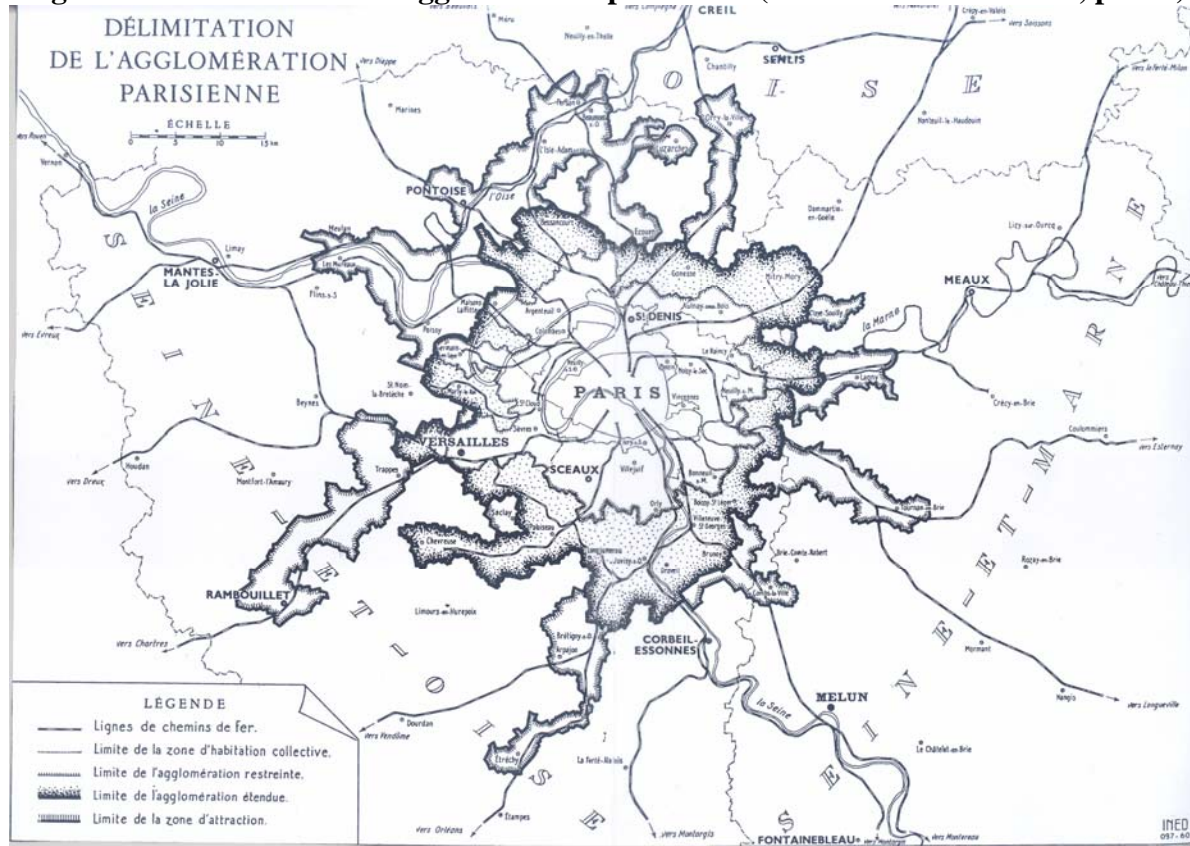
En France, des critères de continuité du bâti sont élaborés dans les années 1960 à partir de la prise en compte d'une distance maximale entre les maisons ou autres bâtiments.

Les premiers groupes d'experts sont constitués lors de l'exploitation du recensement de 1946, et intègrent des géographes, urbanistes, sociologues, statisticiens, travaillant directement à l'INED ou l'INSEE ou en étroite collaboration avec ces organismes. Tous constatent l'inadéquation entre le développement des agglomérations urbaines et la définition des communes urbaines. « Le découpage administratif de la France ne permet pas une analyse satisfaisante de nombreux phénomènes économiques, démographiques ou sociologiques que détermine la répartition géographique de la population », souligne Pierre George en 1962 (p. 129). Plusieurs travaux sont nécessaires avant d'aboutir aux critères délimitant les « unités urbaines », encore utilisés aujourd'hui.

En 1954, le volume publié par l'INSEE intitulé *Villes et agglomérations urbaines. Répartition de la population par catégorie de communes ou d'agglomération*, recense pour la première fois des agglomérations multi-communales. Cependant, celles-ci ne sont pas délimitées avec le seuil d'espacement maximal de 200 mètres. Elles sont le fruit d'un travail mené par Edouard Bénard, en collaboration avec des chercheurs de l'INED, de l'INSEE, et Paul Chombart de Lauwe. Ce dernier l'assiste dans la délimitation de l'agglomération parisienne, en proposant pour celle-ci des cartes montrant sept zones concentriques et en situant la limite du bâti continu entre les deux dernières, appelées « zone de lotissement » et « zone de marge » (Marpsat 1986). Pour les autres villes, Edouard Bénard choisit des critères différents. Il travaille dans le cadre d'une vaste enquête lancée par l'INED sur les conditions de vie familiale et cherche à savoir si « la ménagère et ses enfants vivent dans l'atmosphère d'une agglomération plus ou moins grande, ou au contraire dans une atmosphère campagnarde » (Bénard 1952, p. 96 et p. 102). Les agglomérations de plus de 5000 habitants sont d'abord délimitées grâce à des cartes, notamment les cartes routières Michelin. Une enquête est ensuite réalisée pour corriger ces délimitations : instituteurs, professeurs, inspecteurs ou archivistes départementaux, sont appelés à désigner des « personnalités se distinguant par leurs connaissances profondes de leur région de résidence ». Un modèle de tableau, construit pour les communes de l'agglomération de Bordeaux, est envoyé aux correspondants, avec une colonne appelée « Observations », contenant des mentions telles que « A rattacher à mon avis sans débat », « A exclure, déjà trop campagnarde », « A rattacher, car vit de Bordeaux » etc. Les résultats sont donc largement dépendants des avis des correspondants locaux.

Un deuxième travail, mené à propos de l'agglomération parisienne entre 1958 et 1960 par Jean Bastié, géographe, et Marcel Brichler, directeur régional de l'INSEE, marque un tournant décisif. Ces derniers cherchent à dépasser le problème des définitions personnelles, et donc arbitraires. Compte tenu de l'absence d'un seuil net entre la ville et la campagne, les différences de vue sont inévitables mais constituent « une gêne, qui empêche les comparaisons, complique et rend onéreux le travail du statisticien » (1960, p. 434). D'où l'intérêt de rechercher « un dénominateur commun », c'est-à-dire « une limite unique ou un *système unique de limites* [c'est nous qui soulignons], qui peut-être ne donnera complètement satisfaction à personne, mais pourra cependant servir avec profit à un grand nombre d'utilisateurs » (ibid.). Ils travaillent à partir de cartes, de photographies aériennes et de nombreux relevés sur le terrain. Ils concluent, après avoir examiné des critères fonctionnels (part d'actifs agricoles, migrations alternantes) et démographiques (densité minimale, taille minimale, taux d'accroissement), que « le critère qui est apparu prédominant est le critère géographique d'une forte continuité des constructions ». Deux seuils d'espacement sont proposés. Celui de 50 mètres sert à définir « l'agglomération restreinte ». Il correspond à « de petits espaces non construits mais qui risquent de l'être sous peu » (p. 442). Celui de 500 mètres est utilisé pour définir l'« agglomération étendue », comprenant des « communes reliées à l'agglomération restreinte parfois par un simple cordon de construction le long d'une seule route » (p. 446 et Figure 5). En guise de validation, les auteurs soulignent qu'ils ont constaté « a posteriori que chaque fois que la continuité, même faible, existe, les autres critères sont satisfaisants » (ibid.).

Figure 5 : Délimitation de l'agglomération parisienne (Bastie et Brichler 1960, p. 438)



En 1961, Paul Le Fillatre, qui a participé à ce travail, publie une liste de critères de délimitation qui seront adoptés au recensement de 1962 (sauf pour Paris). Cette fois, un seuil unique d'espacement est utilisé, il s'agit de celui de 200 mètres proposé en 1959 par la Conférence des statisticiens européens réunie à Prague (Le Fillatre 1961, cité dans George 1962 p. 130).

d Diffusion des critères de continuité

Le critère de l'espacement minimal de 200 mètres se diffuse dans quelques pays. En 1970 puis en 1978, il fait partie des recommandations émises par l'Organisation des Nations Unies en matière de délimitation des villes¹⁵ (ONU 1970 et 1978). La Belgique l'adopte en 1970

¹⁵ « Aux fins des recensements, on entend par 'localité' une agglomération de population distincte, c'est à dire un groupement de population vivant dans des constructions voisines les unes des autres qui : a) ou bien forment une zone bâtie compacte, dotée d'un réseau de voirie nettement identifiable ; b) ou bien, quoique n'appartenant pas à une zone bâtie, constituent un ensemble que désigne exclusivement un nom de lieu agréé localement ; c) ou bien, quoique ne répondant à aucune des deux conditions précitées, constituent un ensemble dont aucune construction n'est éloignée de plus de 200 mètres de la construction la plus voisine » (O.N.U. 1970, p. 11-13).

(Van der Haegen et *alii* 1981), puis le Danemark en 1976 (*urban areas*) et la Grèce (selon Pumain et *alii* 1991).

Le Portugal tente d'appliquer la définition proposée par l'ONU mais l'abandonne vite. Le taux d'urbanisation calculé est « sous-estimé », égal « seulement à 30% selon ces critères »¹⁶ (Instituto Nacional de Estatística, 1990).

En Espagne, l'adoption d'une définition de la ville en 1940, après l'arrivée au pouvoir de Franco, entraîne un certain nombre de discussions sur l'utilisation éventuelle des critères d'agglomération, mais ceux-ci sont finalement abandonnés au profit d'une approche statistique et administrative (Ministerio de Instrucción pública y bellas artes, 1940). La ville est définie comme une commune (*municipios*) de plus de 10 000 habitants. Le choix de ce seuil est justifié par l'observation de la croissance des populations communales par classe de taille¹⁷, entre 1900 et 1940 : les communes de moins de 2000 habitants sont en net déclin, celles de 2000 à 10 000 connaissent une stagnation ou une légère progression, celle supérieures à 10 000 habitants ont globalement enregistré une croissance. Le seuil séparant l'urbain et le rural est donc fixé à 10 000 habitants, et les communes comprises entre 2000 et 10 000 habitants sont déclarées « rurales à tendance urbaine » ou « intermédiaires »¹⁸. Les auteurs précisent que pour être rigoureux, ces propos devraient être complétés par une analyse de la disposition des maisons (*disgregacion de edificaciones*), dans la mesure où l'un des critères de la définition classique de l'urbain est la « concentration de l'habitat » (*conglomeracion de viviendas*). Ils ajoutent cependant qu'ils préfèrent se placer dans le cadre d'un « urbanisme administratif » (*urbanismo administrativo*). Comme pour le Portugal, l'observation du taux d'urbanisation résultant des nouveaux critères est décisive : on se félicite ainsi du fait que seul un sixième de la population est rural, ce qui est un gage d'« équilibre » car le pays n'est pas « dominé par la condition campagnarde » (*predominante condicio campera*) (Ministerio de Instrucción pública y bellas artes, 1940).

En Italie, c'est le même type de définition statistique et administrative qui est adopté dans le courant du 20^{ème} siècle : sont considérées comme urbaines les communes de plus de 10 000 habitants (Istituto Centrale di Statistica, 1986). En Grèce, le critère de 200 mètres est utilisé pour définir un agrégat élémentaire (*oikismos*) mais aucune construction multi-communale n'est prévue pour les agrégats débordant au delà des limites administratives. Les communes sont considérées comme urbaines lorsque leur population dépasse 10 000 habitants, semi-urbaines si elles comptent 2000 à 10 000 habitants, rurales sinon (National Statistical Service of Greece, 2001).

L'Allemagne, la Grande Bretagne, la Suède, l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, la Serbie et d'autres pays conservent, quant à eux, des critères juridiques.

¹⁶ Une grande partie des références concernant les définitions de la ville en Europe autour des années 1960-1980 proviennent d'archives et de synthèses rassemblées par Nadine Cattan, Denise Pumain, Thérèse Saint-Julien et Céline Rozenblat. Ce travail a fait l'objet d'une publication en 1994 puis d'une réédition (Cattan et *alii* 1999).

¹⁷ Les pages du *Prologo* dans lesquelles cette définition est présentée ont été traduites par David Guerrero, doctorant à l'UMR Géographie-cités, que nous remercions ici.

¹⁸ Ces critères perdurent jusqu'à aujourd'hui (voir Cattan et *alii* 1999).

1.3 Grande vitesse et discontinuités territoriales : la ville comme aire fonctionnelle (2^{ème} moitié du 20^{ème} siècle)

Au moment même où se perfectionnent dans certains pays les définitions morphologiques des villes, la diffusion d'un nouveau mode de transport compromet les diagnostics et entame, inexorablement, l'évolution vers une nouvelle forme de peuplement urbain. Les réseaux associés à l'automobile et aux trains rapides s'installent aux portes des agglomérations. Certains géographes ou urbanistes dressent le constat d'une urbanisation *diffuse, éparpillée, impossible à appréhender du seul fait des critères morphologiques*. Les enquêtes sur les déplacements domicile-travail, qui apparaissent dans les années soixante, servent de support à une nouvelle approche de la ville, appréhendée non plus comme un lieu de résidence mais comme un lieu de travail. A nouveau, des critères de délimitation fondés sur le budget-temps des habitants sont proposés, mais ne sont pas adoptés.

a Diffusion des réseaux de la grande vitesse

Si l'invention de l'automobile et du moteur à essence datent de la fin du 19^{ème} siècle, il faut attendre les années trente aux Etats-Unis et cinquante en Europe pour qu'elle s'impose en ville parmi d'autres modes de déplacements quotidiens, et les décennies suivantes pour que la construction de réseaux d'autoroutes suburbaines permette un accroissement significatif de la vitesse.

Aux Etats-Unis, c'est principalement le *Federal-Aid Highway* de 1956 qui entraîne une « véritable suburbanisation née de l'automobile » (Hall 1988, p. 291). Les nouvelles autoroutes (près de 41 000 miles au total, soit 66 000 km) sont financées par une taxe sur l'essence, le gasoil, les bus et les camions, et consistent en de « nouveaux corridors d'accessibilité depuis les centres des villes vers les banlieues potentielles » (ibid. p. 292). En Europe de l'ouest, le taux d'équipement automobile par ménage est encore faible dans les années cinquante, comme en témoignent certaines statistiques (Dupuy 1995, p. 18). C'est surtout dans les années 1970 que les réseaux s'étendent et se complexifient aux abords des grandes villes. Pour des métropoles de 3 à 10 millions d'habitants, il n'est pas rare de les trouver dans un rayon d'une cinquantaine de kilomètres. Pour des villes de taille plus petite (1 à 3 millions d'habitants, Figure 6), elles s'étendent dans un rayon d'une vingtaine de km en Europe, d'une trentaine de km aux Etats-Unis.

Figure 6 : Réseaux d'autoroutes suburbaines entourant des agglomérations européennes et états-uniennes en 2008

- Les agglomérations ont une population comprise entre 1 et 3 millions d'habitants (Delisle et Bretagnolle 2008, non publié)

6-a : En Europe :

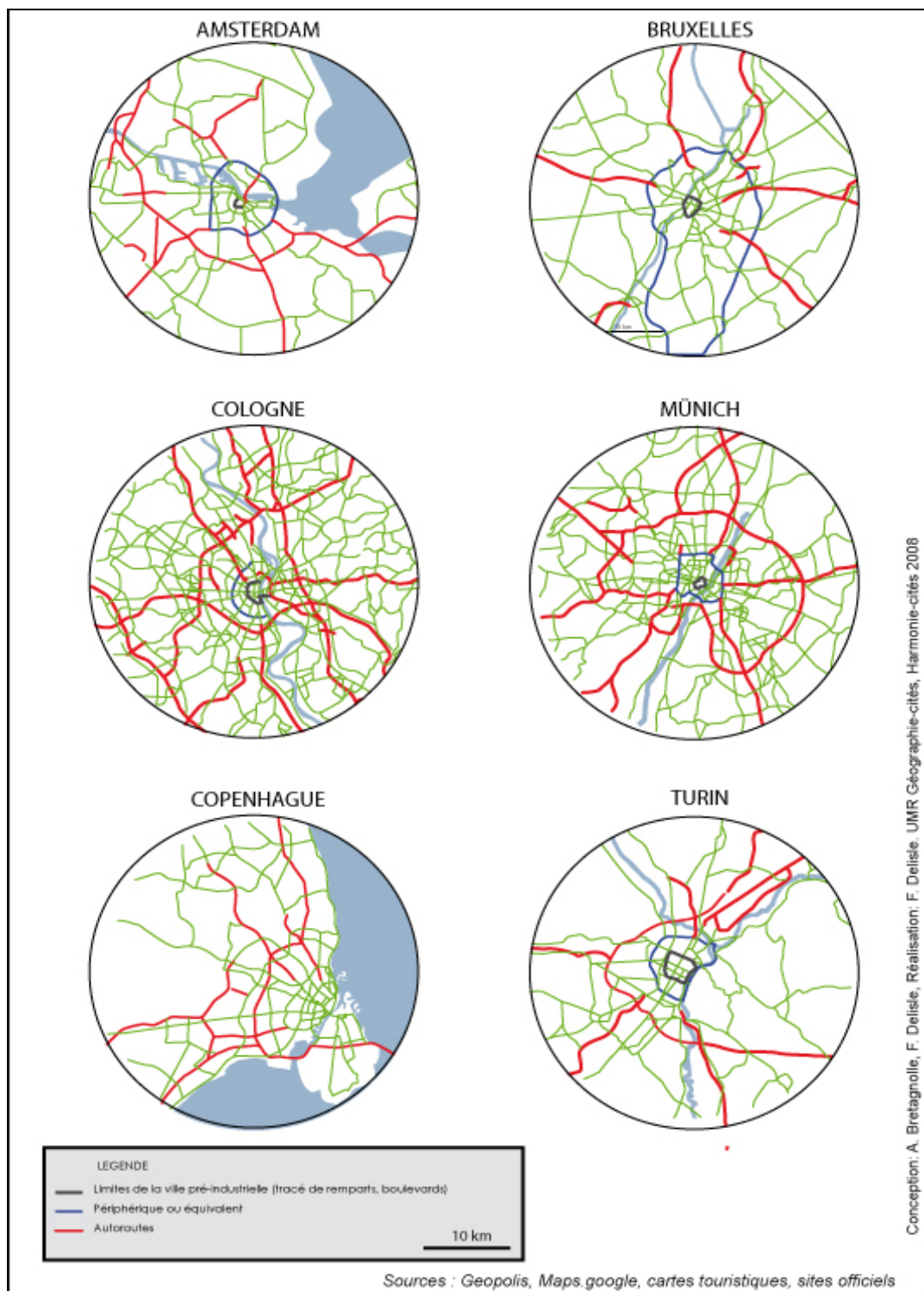
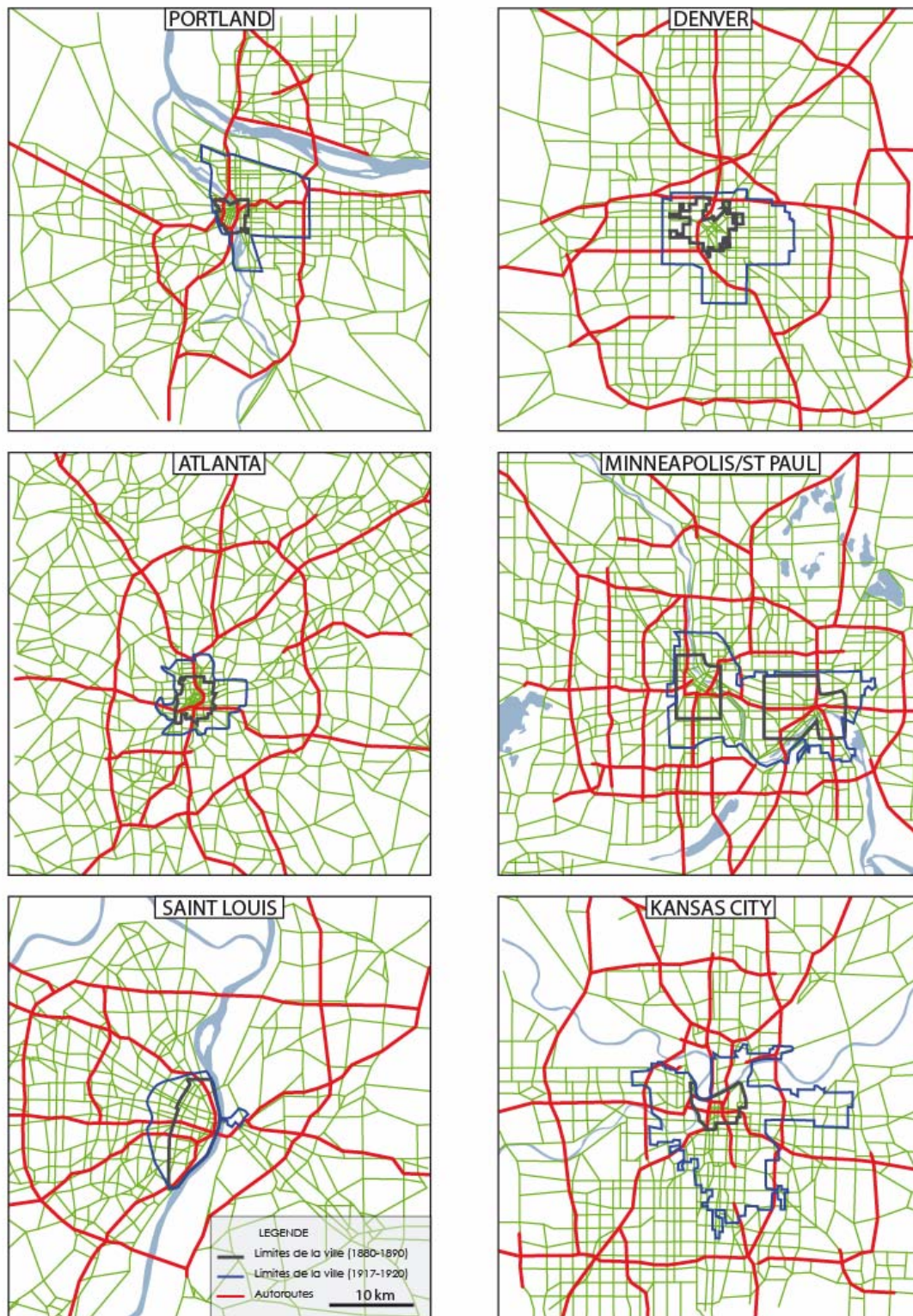


Figure 6-b : aux Etats-Unis (cartes réalisées à la même échelle que pour l'Europe)



Sources : Geopolis, Maps.google, David Rumsey Historical Maps, Bureau of Census, sites officiels

Conception: A. Bretagnolle, F. Delisle, Réalisation: F. Delisle, UMR Géographie-cités, Harmonie-cités 2008

Grâce à ces autoroutes suburbaines, le transport par véhicule personnel s'impose progressivement par rapport aux transports en commun et finit par représenter la grande majorité des déplacements domicile-travail, sauf dans les très grandes villes. Aux Etats-Unis, en 2000, 90 % des navettes s'effectuent par voiture, à l'exception de l'aire fonctionnelle de New-York/New Jersey/Long Island où l'on descend à 75% (Reschovsky 2004). En France, l'automobile représente dans les villes (Paris excepté) 75% des déplacements mécanisés (Dupuy 1995).

L'étalement des grandes villes dans l'espace, rendu possible par la vitesse des voitures, est sans commune mesure avec celui des époques précédentes. Les enquêtes Transport, effectuées en Europe comme aux Etats-Unis, montrent que même si la vitesse moyenne a tendance à diminuer au cours du temps, en raison des problèmes de congestion, elle reste très élevée aujourd'hui. En France par exemple, la comparaison des enquêtes Transport INSEE/INRETS de 1981-1982, de 1993-1994 (Madre, Mafre 1994) et l'enquête transport¹⁹ LVMT de 2002 donne une moyenne de 14, 13,5 puis 9 km/heure (hors Ile-de-France) pour les déplacements centre à centre ; 21, 23 puis 17 km/h pour les déplacements de banlieue à centre ; 37, 39 puis 33 km/h pour les déplacements de la périphérie vers le centre. Grâce aux performances des réseaux autoroutiers suburbains, cette vitesse moyenne est beaucoup plus élevée aux Etats-Unis qu'en Europe, comme le montrent en 1989 les travaux de Newman et Kenworthy (cités dans Bieber et alii 1993, p. 160). Ce constat est toujours vrai à l'époque actuelle : selon deux études récentes, la vitesse moyenne des navetteurs utilisant leur véhicule propre est de 35 km/heure dans 28 aires métropolitaines des Etats-Unis (Center for Neighborhood Technology, 2006) contre 25 km/heure pour les aires urbaines françaises en province et 22 en Ile de France (Enquête transport LVMT 2002).

En lien avec ce nouveau mode de déplacement, une forme inédite d'urbanisation s'impose progressivement, diffuse et éparpillée à des distances encore jamais atteintes. Comme le souligne Peter Hall, « le développement suburbain (*urban sprawl*) a précédé l'adoption massive de l'automobile, mais en retour l'automobile a permis un développement des banlieues plus libre et à des distances bien plus éloignées que n'importe quel autre moyen de transport » (1988, p. 315). La diffusion des réseaux techniques rencontre d'autres types de motivations, comme l'attrait de la maison individuelle ou les politiques publiques favorisant l'accession à la propriété (Ghorra-Gobin 1998, Hall 1988, Berger 2004).

b Nouvelles formes de peuplement urbain

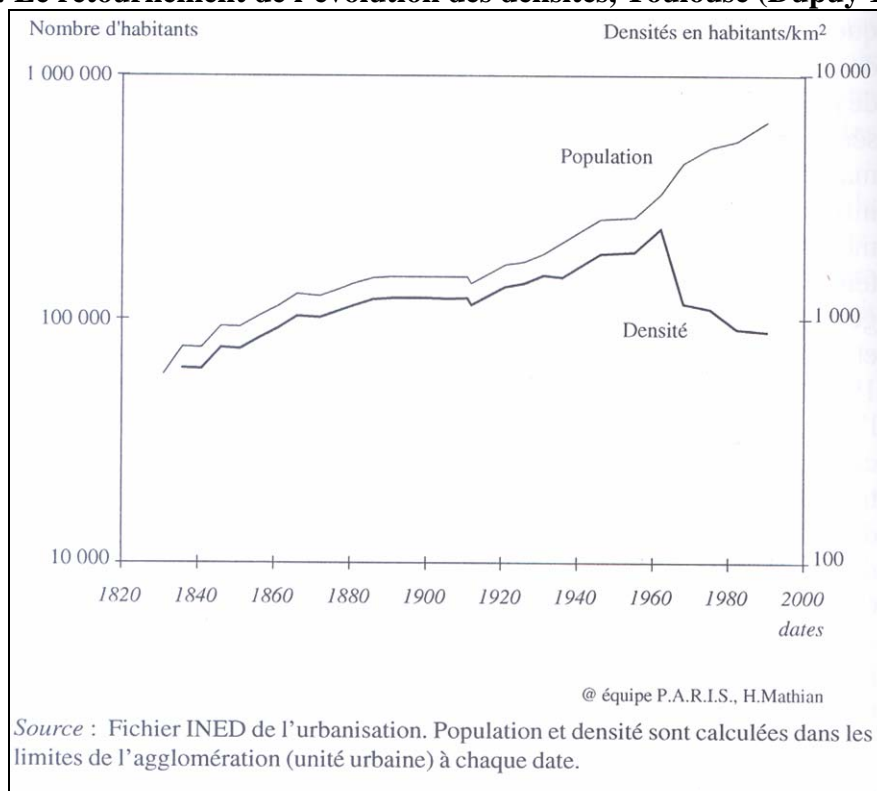
Avec l'automobile, la régularité de la relation entre transport et forme urbaine apparaît une fois encore, de manière frappante : « un progrès technique dans le domaine des transports diminue les temps de trajet, réduit le gradient des variations des valeurs foncières de la périphérie vers le centre et permet une extension spatiale de l'agglomération » (Merlin 1991,

¹⁹ Les vitesses ont été reconstituées dans une étude réalisée par Jean Laterrasse (Laboratoire Villes, Mobilités, Transport) pour le compte de la Direction de la Stratégie de la SCNF. Les résultats ne sont pas encore publiés et nous ont été communiqués dans le cadre de la thèse de Thomas Louail (voir Volume 1, Curriculum Vitae).

pp. 417-420). Dans cette relation, l'automobile trouve cependant une place particulière par rapport au réseau ferroviaire. A la différence de l'urbanisation « dense et polarisée » impulsée par ce dernier, celle reposant essentiellement sur l'automobile s'ouvre à des étendues beaucoup plus vastes que les axes de transport en commun, car la voiture peut, au-delà des échangeurs autoroutiers, poursuivre son trajet sur la voirie banale ». Peut-on dès lors parler d'un nouveau modèle de ville ? Certains ont évoqué Las Vegas ou Los Angeles, considérée comme l'archétype de la ville « façonnée par la voiture » (Ghorra-Gobin 2003 p. 35). Pourtant, Cynthia Ghorra-Gobin rappelle que « la forme de la ville et sa structure avaient été initialement dessinés par le tracé des lignes de transport en commun », et que « certaines autoroutes avaient même repris le tracé des réseaux antérieurs ». Il n'en reste pas moins que certaines caractéristiques fortes émanent de l'adoption massive de l'automobile.

La baisse des densités, liée au caractère diffus de l'habitat péri-urbain, est certainement l'une des propriétés majeures de cette nouvelle forme de ville (Figure 7). La limite entre ville et campagne devient de plus en plus floue, et dès 1976, Bauer et Roux décrivent, à travers la notion de « rurbanisation » un nouveau type d'occupation de l'espace qui installe à la campagne des ménages dont le mode de vie reste essentiellement urbain. Quelques années plus tard, le rapport Mayoux (1979) souligne que 96% des habitants de logement individuels péri-urbains sont motorisés, alors que la moyenne française est de 65% (cités dans Dupuy, 1995, p. 86). Les termes « rurbains » et « péri-urbains » finissent par converger dans le vocabulaire des géographes (ibid., p. 87).

Figure 7 : Le retournement de l'évolution des densités, Toulouse (Dupuy 1999, p. 82)

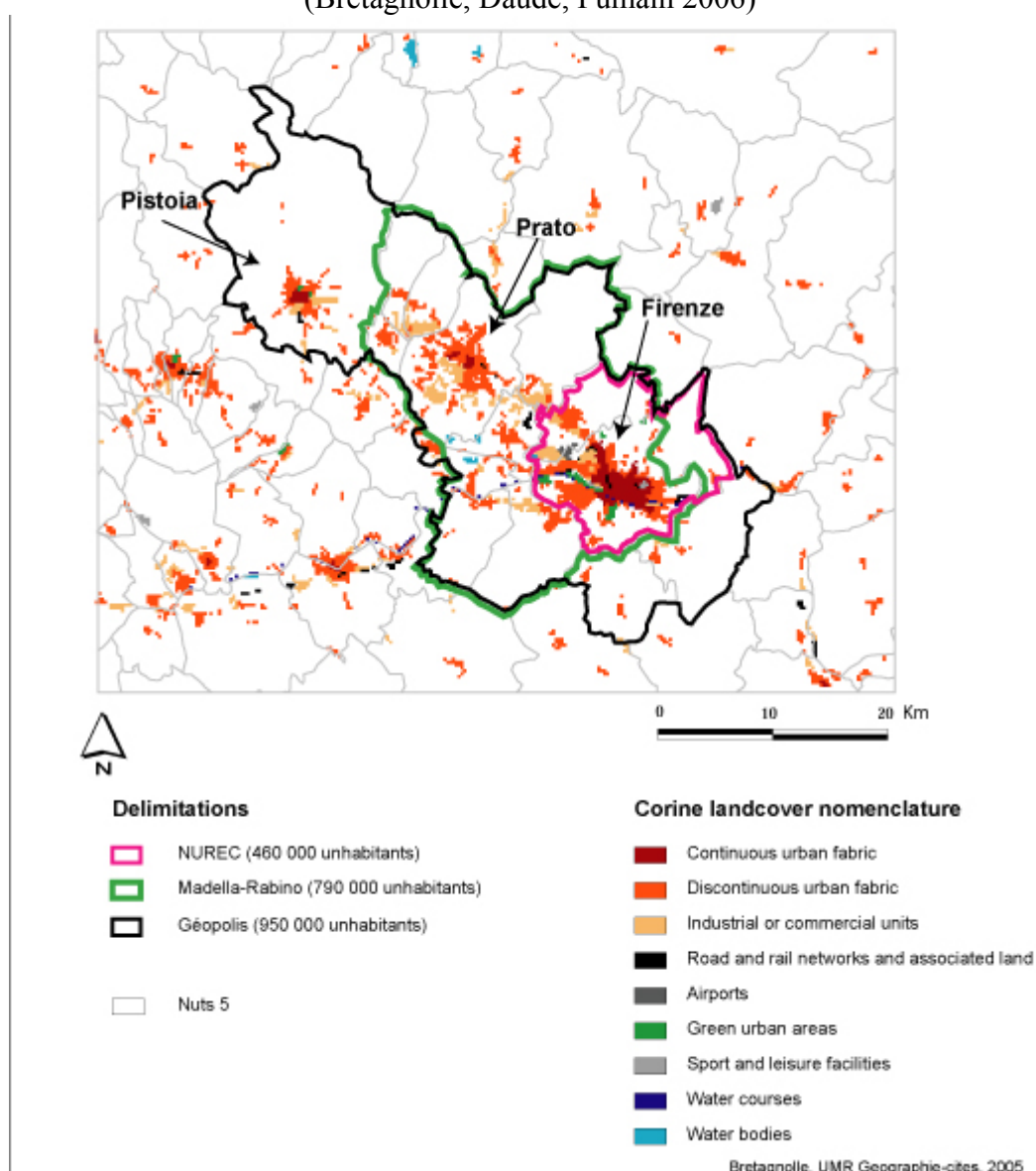


Un deuxième aspect est lié à la redistribution des activités dans la ville, rendue possible par les nouvelles infrastructures de transport. L'automobile facilite la création de nouveaux centres en périphérie des grandes villes et permet, par là-même, une déconcentration des activités dans des centralités secondaires, nommées par exemple « *edge-cities* » aux Etats-Unis (Gareau 1991). Comme le rappelle Pierre Merlin, « alors que les transports en commun ont un effet centralisateur car ils renforcent l'accessibilité au centre, les autoroutes ont un effet décentralisateur : aucun point de la ville ne constitue un nœud privilégié de façon absolue, même si les échangeurs et les carrefours d'autoroute constituent les points les plus accessibles » (Merlin 1991, p. 427, 429, 430). L'automobile « met à mal la riche unicentralité de la ville historique » et propose dans ses territoires « des points forts, des nœuds, qui polarisent le nouvel espace-temps autour de lieux particulièrement accessibles » (Dupuy 1995, p. 131).

Des deux propriétés précédentes découle une troisième, qui consiste dans le brouillage des formes agglomérées, traditionnellement appréhendées par les géographes et les penseurs de l'espace. Il devient de plus en plus difficile, dans les pays d'urbanisation dense, d'établir le contour externe des agglomérations en utilisant des critères de continuité du bâti : « L'automobile paraît, après le chemin de fer, avoir repoussé les limites de la ville à tel point qu'elles ne sont plus reconnaissables, ou même les avoir annihilées (...). Aujourd'hui, la périurbanisation lointaine ne permet plus de fixer la ligne qui sépare la ville de la campagne » (Dupuy 1995, p. 11). Une expérience, menée avec Marianne Guérois et Denise Pumain à propos des agglomérations italiennes de plus de 200 000 habitants, illustre ces difficultés. Il

s'agissait de comparer les délimitations données par trois sources, utilisant les mêmes critères morpho-statistiques : la base NUREC (Network on Urban Research in the European Community), financée par Eurostat (NUREC 1994), la base Géopolis (Moriconi-Ebrard 1994), et celle de deux géographes italiens, Remo Madella et Giovanni A. Rabino (2003). Ces trois bases utilisent l'espacement maximal de 200 mètres et un seuil minimal de population de 10 000 habitants. Pourtant, sur les 21 agglomérations étudiées, près de trois-quarts présentent des différences notables de population, supérieures à 20%. L'exemple de Florence est révélateur (Figure 8) : les trois bases de données donnent trois périmètres et surtout trois populations très différentes, allant de 460 000 à 950 000 habitants (Bretagnolle et alii 2006).

Figure 8 : Trois contours pour l'agglomération morphologique de Florence en 1990
(Bretagnolle, Daudé, Pumain 2006)

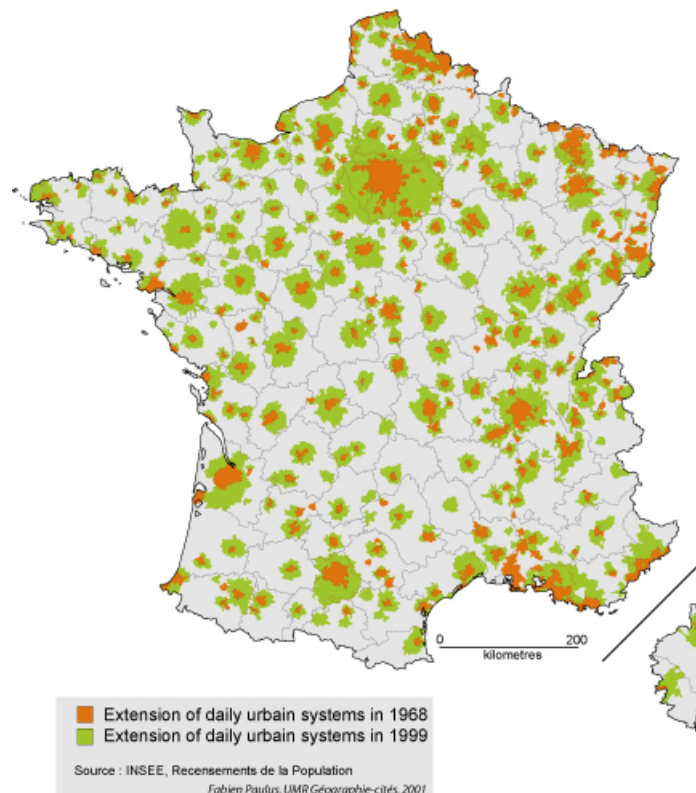


Si la superficie des territoires urbains augmente massivement dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, le budget-temps consacré chaque jour aux déplacements reste extrêmement stable. Par les travaux de Colin Pooley et Jean Turnbull, il est possible de suivre l'évolution du temps consacré aux transports quotidiens en Grande-Bretagne tout au long du 20^{ème} siècle, grâce à des « histoires de vie » (Pinol 1999 p. 11). Ces derniers montrent qu'à l'exception de Londres, celui-ci est compris entre 40 et 50 minutes (aller-retour) entre 1890 et 1910, et n'augmente que légèrement ensuite pour s'établir entre 50 minutes et 1 heure 10 entre 1980 et 1998 (à l'exception de Londres, pour laquelle les temps de déplacement sont plus longs) (Pooley, Turnbull, Mags, 2005 p. 114).

En France, les enquêtes nationales sur le budget-temps des habitants réalisées depuis 1975 mettent aussi en évidence la convergence « frappante, autour de 50 minutes, dans la plupart des agglomérations françaises, traduisant là encore une stabilité d'ensemble » (Cetur 90 et Cetur 92, dans Bieber et *alii* 1993 p. 168 ; Papon, Madre 2003). Aux Etats-Unis, une enquête du Center for Neighborhood Technology (2006) portant sur 28 aires fonctionnelles métropolitaines donne le budget-temps moyen accordé aux transports, d'environ une heure pour les quelque 90% d'actifs se déplaçant en voiture. Ces résultats ont été récemment affinés dans le cadre d'une étude menée par le Laboratoire d'Économie des Transports (LET) sur 100 villes du monde. Celle-ci confirme cette moyenne d'une heure, même si l'on observe des différenciations significatives selon le degré de motorisation, le nombre d'enfants du ménage, la qualité des transports en commun, et la dispersion des emplois dans l'espace urbain (Joly et *alii* 2003, Joly 2005, Crozet et *alii* 2004).

La stabilité du budget-temps d'une heure est formalisée dès 1974 par Y. Zahavi, travaillant comme consultant pour le *Department of Transport* américain et pour la Banque Mondiale. Il examine le temps consacré chaque jour en moyenne aux déplacements par un citoyen utilisant tout type de transport : « Selon l'hypothèse de Zahavi, tout se passe comme si la mobilité des individus tendait à saturer un budget monétaire affectable aux déplacements (...) ou un budget temporel, relativement constant. Le contexte de sous-tarification des transports, assez caractéristique des sociétés développées, implique qu'à l'exception de certaines catégories défavorisées, le budget-temps est saturé bien avant le budget monétaire, si bien que l'attention s'est surtout focalisée sur la dimension temporelle » (Bieber et *alii* 1993 p. 159). La « loi de Zahavi », appelée encore « loi de conservation du budget-temps », permet de mieux comprendre la structuration des territoires urbains par la vitesse (Offner 1997). En France, par exemple, l'extension du rayon moyen des aires urbaines entre 1968 et 1999 suit de manière remarquable l'évolution des vitesses moyennes de déplacement (Figure 9).

Figure 9 : Evolution de la surface des aires urbaines françaises, entre 1968 et 1999
(Paulus 2004)



Ainsi, dans les années 1950, la vitesse moyenne est d'environ 20 à 30 km/heure dans les périphéries des grandes villes (Bretagnolle 1999). A la fin des années 1990, la vitesse moyenne est de 50 km/heure dans les espaces péri-urbains, 30 km/heure dans les banlieues et 15 km/heure dans les centres (Madre et Mafre 1997, Orfeuil 1999). Théoriquement, le rayon atteint dans un budget-temps moyen d'une heure devrait donc doubler entre 1950 et 2000. Or, si l'on estime un rayon observé moyen à partir de la superficie totale des aires urbaine (Tableau 2), on obtient effectivement des valeurs multipliées par deux, avec 6 km en 1962 et 13 km en 1999 (ces chiffres peu élevés sont dus au fait que certaines aires urbaines ont une emprise spatiale très faible, par exemple lorsqu'elles ne s'étendent que sur une seule commune).

Tableau 2 : Evolution de la population et de la surface des aires urbaines françaises, de 1968 à 1999 (Paulus 2004)

		1968		1975		1982		1990		1999	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Centres											
	Communes (nombre)	372	10,6%	410	6,8%	432	5,2%	424	4,0%	415	3,0%
	Population	16971339	56,4%	17754573	50,8%	17410537	46,2%	17107210	41,4%	16732910	37,1%
	Surface (km ²)	3071	9,4%	14239	19,8%	15126	15,1%	15168	11,5%	15063	8,6%
Banlieues											
	Communes (nombre)	1730	49,4%	1992	32,8%	2170	26,1%	2370	22,2%	2685	19,3%
	Population	12043066	40,0%	14259238	40,8%	15525795	41,2%	17264796	41,8%	18975252	42,1%
	Surface (km ²)	17082	52,2%	20405	28,4%	22384	22,3%	24875	18,8%	28932	16,4%
Couronnes											
	Communes (nombre)	1400	40,0%	3662	60,4%	5711	68,7%	7893	73,9%	10808	77,7%
	Population	1091612	3,6%	2904478	8,3%	4788916	12,7%	6905852	16,7%	9344739	20,7%
	Surface (km ²)	12580	38,4%	37112	51,7%	62708	62,6%	92047	69,7%	132002	75,0%
Aires urbaines											
	nombre	319		347		359		361		354	
	Communes (nombre)	3502	100%	6064	100%	8313	100%	10687	100%	13908	100%
	Population	30106017	100%	34918289	100%	37725248	100%	41277858	100%	45052901	100%
	Surface (km ²)	32733	100%	71756	100%	100218	100%	132090	100%	175997	100%

d Délimitations des aires par des seuils d'actifs navetteurs

Tout comme dans le cas des agglomérations, les organismes de recensement ne se fondent pas sur des critères temporels pour délimiter les aires fonctionnelles mais sur des configurations réelles, ici celles des déplacements quotidiens. On peut noter cependant qu'avant les années 1970-1980, l'information nécessaire pour établir précisément ces délimitations n'est pas encore disponible. D'autres critères ou approximations sont alors utilisés.

C'est aux Etats-Unis qu'est adoptée pour la première fois une définition d'aire fonctionnelle, appelée *Standard Metropolitan Area*. Elle émane d'un Comité Fédéral formé en 1949 à l'échelle nationale par des représentants des agences fédérales du Recensement et dirigé par le Bureau du Budget (*Office of Budget*, qui deviendra l'OMB, *Office of Management and Budget*). L'abandon des districts métropolitains et leur remplacement par les *Standard Metropolitan Areas* sont justifiés dans l'introduction du recensement de 1950 par des questions de maillage. Contrairement aux *Minor Civil Divisions*, qui servaient à déterminer les contours des districts, les *counties* utilisés pour définir les *SMAs* sont relativement stables dans le temps. En outre, la plupart des statistiques urbaines, notamment les données sur l'emploi, ne sont disponibles qu'à cet échelon (Department of the Interior 1950, Gardner 1999).

Les *SMAs* reposent sur une approche fonctionnelle de la ville, caractérisée par la prise en compte des flux de navetteurs. Cependant, jusqu'au recensement de 1960, ces données restent assez imprécises car fondées sur des enquêtes réalisées localement et de qualité variable

(Rosenwaikie 1970). L'aire fonctionnelle est composée de deux parties, la « ville centrale » et les *counties* contigus à celui de la ville centrale. La ville centrale doit compter au minimum 50 000 habitants, et peut être associée à d'autres villes centrales si ces dernières comptent plus de 25 000 habitants et si leur population représente plus d'un tiers de celle de la ville centrale principale. Les *counties* contigus intégrés dans la *SMA* doivent présenter un « caractère métropolitain » et être « économiquement et socialement *intégrés* à la ville ou aux villes centrale(s) ». Le caractère métropolitain se traduit pas le fait qu'ils doivent contenir moins de 2/3 d'emplois agricoles (le seuil sera relevé à 3/4 en 1958) et présenter des critères de densité minimale et/ou d'emploi non agricole²⁰. Le critère d'intégration repose essentiellement sur l'examen des migrations alternantes²¹, non seulement du centre vers la périphérie, mais aussi de la périphérie vers le centre : 15% des actifs résidant dans le *county* périphérique doivent travailler dans le *county* de la ville centrale, ou 25% des actifs travaillant dans le *county* périphérique doivent habiter le *county* de la ville centrale (Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008).

Quelques années plus tard, en 1962, la délimitation des Zones de Peuplement Industriel et Urbain (ZPIU) est adoptée en France, et se fonde sur une diversité de critères démographiques et fonctionnels, parmi lesquels les navettes ne tiennent qu'un rôle minime (Julien 2001, p. 66). La définition est abandonnée en 1996, jugée trop extensive : 96% de la population vit alors dans une ZPIU (Le Jeannic 1996). En outre, les critères servant à définir les « communes-dortoirs » (en fonction de la part des ménages dont le chef est agriculteur ou salarié agricole) et la notion de « commune rurale industrielle » sont devenus progressivement désuets (Julien 2003, p. 17). Le Zonage en Aires Urbaines (ZAU) remplace les ZPIU, avec des critères beaucoup plus simples, fondés, tout comme aux Etats-Unis, sur des parts d'actifs navetteurs. Le seuil de 40% d'actifs est retenu, permettant un compromis satisfaisant entre celui de 25%, qui aurait été plus adapté aux grandes villes dynamiques, et celui de 50%, caractérisant mieux les aires plus réduites des petites villes et des villes moyennes peu dynamiques (ibid., p. 12).

L'expérience anglaise, initiée en 1967 par Peter Hall et ses collaborateurs, se place d'emblée dans une perspective comparative : les *Standard Metropolitan Labour Areas* sont construit à partir des critères des *SMAs* américains, mais adaptés au contexte anglais (Hall et alii 1973, pp. 125-128). Ainsi, les auteurs ne reprennent pas le critère métropolitain, dans la mesure où en Grande-Bretagne, 95% des actifs ont alors des occupations non agricoles (p. 126). Pour le centre, ils considèrent des municipalités isolées ou contigües, présentant une densité minimale d'emplois (5 personnes par acre, soit 1235 par km²) ou un nombre minimal d'emplois (20 000). Pour la périphérie, ils reprennent le même seuil minimal d'actifs navetteurs qu'aux Etats-Unis, à savoir 15%. Enfin, les aires doivent compter plus de 70 000 habitants.

²⁰ « Le *county* doit a) contenir 10000 actifs non agricoles, ou b) contenir 10% des actifs non agricoles qui travaillent dans la *SMA*, ou c) avoir au moins la moitié de la population qui réside dans des divisions civiles mineures (*minor civil divisions*) dont la densité soit supérieure à 150 habitants au mile carré tout en étant contigus à la ville centrale ».

²¹ Une troisième possibilité existe en 1950 et se fonde sur les flux téléphoniques, mais elle disparaît à partir de 1958.

On assiste ainsi à une simplification progressive des critères de délimitations des aires fonctionnelles, mais en même temps à l'affirmation d'un critère difficile à mettre en place car coûteux, celui des seuils de navettes. La diffusion de la définition des aires fonctionnelles est ainsi limitée par la lourdeur des enquêtes domicile-travail, contrainte mise en avant par de nombreux organismes officiels (Shryock 1957 p. 167). Quelques pays européens adoptent cependant ces définitions, comme les Pays-Bas en 1966 (mais seulement pour les villes de plus de 100 000 habitants), la Belgique (Van der Haegen et Pattyn 1979, p. 237), l'Italie plus récemment (« *systemi locali del lavoro* » délimités par F. Sforzi en 1991), ou l'Allemagne (Pumain et *alii* 1990). Cependant, les critères sont loin d'être homogènes. Par exemple, les seuils minimaux de navetteurs varient entre 10% (Italie) et 50% (Pays-Bas).

Dans d'autres pays, les aires urbaines sont approchées par un maillage régional, généralement celui des NUTS 3 (Nomenclature des Unités Territoriales, le niveau 3 correspondant à celui des départements en France). Ainsi, dans le cadre des *Larger Urban Zones* mises en place pour l'Audit urbain 2001, émanant de la Commission Européenne (voir partie 2.4.c), les définitions nationales collectées pour 6 pays de l'Union Européenne sont administratives (Tableau 3). Cette hétérogénéité des définitions au sein de l'Europe soulève des problèmes, sur lesquels nous reviendrons dans la deuxième partie. Notamment, la comparaison de périmètres fondés sur des critères fonctionnels et administratifs révèle des différences fortes, qui peuvent biaiser en partie les résultats de certaines analyses statistiques menées à cet échelon.

Tableau 3 : Hétérogénéité des définitions des *Larger Urban Zone* de l'Audit Urbain 2001
(Bretagnolle, Giraud, Mathian in ESPON Data Base First Interim Report, February 2009)

NAME	Clear functional definition	Probable functional definition (to be precised)*	Administrative definition, except for Capital city	Administrative definition
Belgium				
France				
Sweden				
United Kingdom				
Finland				
Ireland				
Luxemburg				
Netherlands				
Germany				
Austria				
Denmark				
Greece				
Spain				
Italy				
Portugal				

*: The methodology used to build LUZ is described very shortly in *Methodological Handbook* or other official sources and need to be clarified by furthered research. Sources: *Urban Audit, Methodological Handbook, 2004 Edition*; *Office for Official Publication of the European Communities, 2004, pp. 11-12*; *Urban Audit GISCO shape files*. © ESPON DB 2013

1.4 Bilan provisoire et pistes de recherche

Dans cette première partie, nous avons souligné l'intensité des liens qui se sont créés, depuis la révolution industrielle, entre l'évolution des transports urbains, le budget-temps des habitants et la transformation des formes des villes. En abordant successivement la ville construite par la marche à pied, puis par le chemin de fer et enfin par l'automobile et les réseaux ferroviaires rapides, nous avons montré que *trois types d'approche (juridique, morphologique, fonctionnelle) ont été proposées par les penseurs de l'espace et parfois adoptées par des organismes de recensement*. Ces trois approches fondent une ontologie de la ville évolutive dans le temps long, reposant sur une double articulation, temporelle et spatiale.

L'articulation temporelle a été mise en avant tout au long de ce chapitre. Considérer successivement une grande ville comme une municipalité, puis une agglomération et enfin une aire fonctionnelle permet de restituer sa trajectoire démographique dans un référentiel spatio-temporel réaliste car correspondant au budget-temps des habitants. Nous proposerons, dans la deuxième partie, des méthodes pour construire ces trajectoires et leur donner une certaine cohérence, malgré les changements de périmètres entraînés par l'adoption de définitions différentes.

L'emboîtement spatial des périmètres et l'intérêt pour le chercheur de les considérer conjointement, à l'époque actuelle, peuvent être soulignés ici. Ces trois perspectives apportent des éclairages complémentaires pour la compréhension du fait urbain. Elles renvoient, en effet, à « une conception spatialement hiérarchisée de l'urbanisation, conforme à la spécificité historique du développement des villes en Europe et permettant de répondre à des questions de nature différente » (Pumain et *alii* 1990 p. 39). Le premier niveau, celui de la municipalité, permet d'appréhender la ville dans ses fonctions politiques (Moriconi-Ebrard 2008 p. 12), même si des formes de coopérations multi-communales s'imposent progressivement dans certains pays²². La commune-centre concentre aussi bien souvent « l'essentiel des fonctions centrales et des monuments symboliques de l'organisme urbain », en tout cas en Europe (Pumain et *alii* 1990 p. 41). Le deuxième niveau, celui de l'agglomération urbaine, « permet le mieux d'évaluer ce paramètre essentiel qu'est la taille des villes, et de mener des comparaisons internationales en termes de masse de population, de poids des activités, de niveau de rareté et de portée géographique des fonctions rassemblées » (*ibid.*, p. 41). Ajoutons à cela le fait que les agglomérations urbaines constituent les pôles centraux des aires fonctionnelles, et à ce titre sont non seulement nécessaires mais constituent un facteur important pour expliquer la dynamique différenciée de ces dernières. Le rapport ESPON 4-3-1, consacré à l'étude des fonctions urbaines, souligne qu'à populations identiques, les aires fonctionnelles qui possèdent des pôles centraux les plus forts ont de meilleures opportunités dans la compétition internationale et nationale (ESPON 2007, p. 2). En outre, le nombre limité d'aires fonctionnelles définies par les organismes de recensement (pas plus de 350 en France ou aux Etats-Unis) ne permet pas d'aborder l'ensemble de la hiérarchie urbaine et les bases de données sur les agglomérations restent, à ce titre, extrêmement précieuses. Enfin, le niveau de l'aire fonctionnelle ou de la « région urbaine » (Pumain et *alii* 1990. p. 43) doit être également pris en compte car il « correspond à l'échelon des espaces quotidiens de la vie des hommes et des entreprises, attachés à une localisation urbaine ». Les programmes d'aménagement urbains s'inscrivent majoritairement à cet échelon, lorsqu'il s'agit de penser, par exemple, des infrastructures ou des équipements collectifs.

Plusieurs questions abordées au cours de ce chapitre doivent être approfondies. Dans le cadre d'une collaboration avec d'autres chercheurs ou d'encadrement de travaux d'étudiants, nous souhaitons poursuivre le travail de collecte des définitions officielles de la ville aux 19^{ème} et 20^{ème} siècles, pour restituer et pour mieux comprendre la diversité des définitions utilisées aujourd'hui en Europe. Notamment, plusieurs questions concernent les pays qui ont gardé une approche juridique de la ville. L'exemple de l'Angleterre a montré que l'adaptation aux nouvelles réalités urbaines était relativement rapide, grâce à la création régulière de nouveaux périmètres urbains. Les annexions de communes limitrophes sont un autre exemple d'adaptation pragmatique des périmètres administratifs aux transformations des villes, par exemple en Allemagne. Au final, on peut se demander si les périmètres diffèrent de manière

²² L'Audit urbain utilise pour la France les communautés urbaines et communautés d'agglomération comme définition de la ville-centre (*Core City*), afin de compenser la petite taille des mailles communales par rapport aux autres pays de l'Union pour lesquels la ville-centre correspond simplement à une commune.

significative, entre des pays délimitant les villes par une approche juridique et ceux utilisant une approche morpho-statistique. Un moyen de creuser cette question pourrait consister à superposer et comparer, pour chaque pays, les délimitations nationales des villes et l'extension des taches urbaines selon l'approche commune des *Urban Morphological Zone*, définie par l'Agence Européenne de l'Environnement à partir de la couverture CORINE Land cover. Nous reviendrons sur cette base de données dans la partie suivante.

Une deuxième série de questions concerne l'évolution des transports urbains, des vitesses et de la forme des villes. Le schéma évolutif que nous avons dégagé est très général et doit être précisé, historiquement et géographiquement. Nous souhaitons notamment travailler plus finement sur les différences de formes en Europe et aux Etats-Unis. Les premiers résultats, obtenus sur une dizaine de villes dans chaque continent, montrent des contrastes assez nets, tant dans la forme des trames viaires (radio-concentriques en Europe, en damier pour les Etats-Unis) que dans la distribution des vitesses (contrastée entre le centre, la banlieue et la périphérie en Europe, assez uniformes et globalement plus élevées dans la ville américaine). Il reste à préciser davantage ces différences, et à examiner la diversité des formes à l'intérieur de chaque continent, aux Etats-Unis (ville dense à l'est, ville plus étalée à l'ouest et au sud) et en Europe (ville compacte au sud, plus étalée au nord).

Les enjeux relatifs à la construction d'une ontologie de la ville évolutive dépassent le simple champ de la théorie urbaine. Nous allons montrer que l'élaboration de bases de données urbaines harmonisées et l'expertise de bases de données existantes peuvent s'appuyer utilement sur cette approche théorique, à la fois pour renforcer la solidité des mesures et des interprétations mais aussi pour permettre des utilisations croisées des bases.

2 DES BASES DE DONNEES URBAINES HARMONISEES POUR DES COMPARAISONS DYNAMIQUES ET INTERNATIONALES

L'ontologie de la ville dans le temps long qui a été développée dans le premier chapitre a permis d'établir un cadre théorique pour la construction de bases de données urbaines ou l'intégration de bases construites par d'autres. Ce cadre théorique repose sur l'articulation temporelle et spatiale des trois définitions de la ville qui se sont succédé historiquement, en lien avec les innovations dans les technologies de transport : la municipalité centrale, l'agglomération morphologique et l'aire fonctionnelle. Les contraintes d'accès aux sources statistiques ne permettent cependant pas toujours de reconstruire ces trois niveaux de définition pour les échelles de temps et d'espace qui nous intéressent. Nous proposons donc un ensemble de méthodes relativement simples pour élaborer soi-même ces constructions à partir de données statistiques diffusées par les organismes de recensement ou pour utiliser des bases construites par d'autres sur des périodes relativement courtes dans une perspective temporelle plus large.

Précisons d'emblée que les bases de données que nous présentons ici sont utilisables à l'échelon inter-urbain mais pas à l'échelon intra-urbain. Par exemple, si les agglomérations construites intègrent un « centre » par rapport à des « périphéries », c'est généralement en référence à une commune éponyme, historiquement plus ancienne et/ou démographiquement plus grande. Aller plus loin dans l'étude de ces regroupements, par exemple en s'interrogeant sur l'existence ou l'émergence de formes polycentrées, supposerait des outils qui n'ont pas été mobilisés lors de la construction. De même, ces bases de données n'ont de sens que dans la comparaison. Les utiliser pour analyser la population d'une seule ville au temps t n'a d'intérêt que si l'on rapporte ce poids à celui d'un groupe (région, pays, ensemble de pays) ou à une période (étude de trajectoires individuelles). Enfin, les cohérences données par des définitions qui pourraient sembler plus indiquées sur des périodes de temps court ont parfois été sacrifiées au profit d'éclairages plus rudimentaires mais robustes sur le temps long. La performance finale réside moins dans la « justesse » des populations estimées (qu'il serait difficile d'évaluer, chaque chiffre avancé par des chercheurs ou des organismes institutionnels résultant d'une modélisation ou représentation particulière de la ville) que dans la qualité de la réalisation de la base, notamment l'élaboration d'une documentation assurant sa traçabilité.

Construire une base de données urbaine dans le temps long suppose la formalisation d'un modèle conceptuel spatio-temporel. En effet, l'élaboration de statistiques urbaines est une opération complexe car les objets « villes » émanent de l'agrégation d'autres individus statistiques, sortes de briques élémentaires²³ qui coïncident la plupart du temps avec des unités administratives de collecte : communes, *gemeinden*, *counties*, ou autre. Pour des raisons d'harmonisation temporelle, la composition des objets construits évolue dans le temps, et change même parfois de référentiel en termes de sources. Aux Etats-Unis par

²³ L'expression qui semble le mieux correspondre en anglais est « building block ». Nous l'avons rencontrée dans Shryock 1957, p. 169, qui désignait par là les *counties* composant les *Standard Metropolitan Areas*.

exemple, la municipalité formée au 19^{ème} siècle s'étend sur un territoire défini dans la charte d'incorporation, le district métropolitain défini dans les années 1910-1940 se compose de *Minor Civil Division* et l'aire métropolitaine de la deuxième moitié du 20^{ème} siècle est construite à partir de *counties* ou de *MCD*. Les modèles de données sont donc multi-niveaux, intégrant l'échelon des unités administratives de collecte, celui des objets ville et celui du système des villes. En outre, ils sont dynamiques, pour permettre de suivre des objets dont la composition évolue au cours du temps tout en intégrant l'évolution des relations qu'entretiennent les objets avec les unités statistiques élémentaires (Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008).

L'architecture des bases de données urbaines repose sur les choix conceptuels effectués par les chercheurs et ingénieurs. Nous rappelons dans une première sous-partie la nature de ces choix, qui reposent sur des problématiques d'harmonisation pour la comparaison dynamique et internationale. Nous nous intéressons ensuite aux méthodologies permettant d'adapter les types génériques de construction à la spécificité des sources statistiques, en nous appuyant sur les exemples de la France et des Etats-Unis. Nous examinons dans une troisième sous-partie l'intérêt particulier des bases harmonisées pour éclairer les processus d'urbanisation. Nous présentons enfin des possibilités de construction ou d'utilisation de bases de données urbaines harmonisées à l'échelon de l'Europe.

2.1 De l'ontologie à la notion d'harmonisation

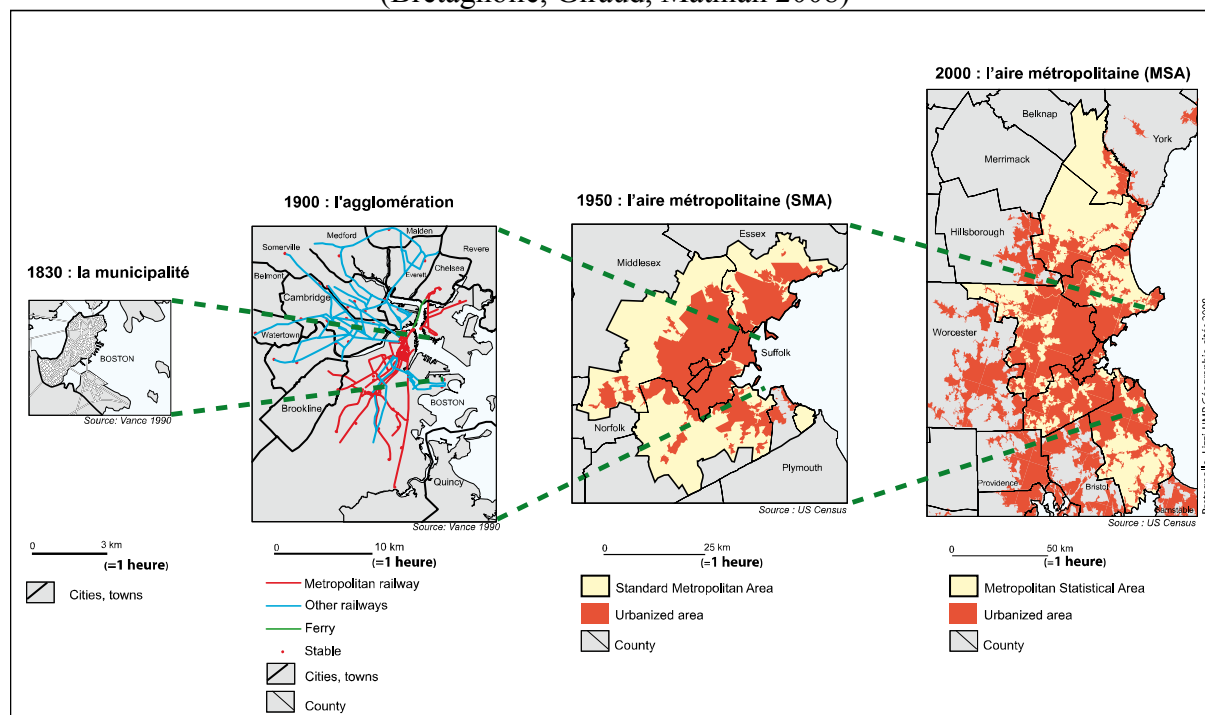
La notion d'harmonisation consiste à *choisir, en fonction des époques et des contextes nationaux d'urbanisation, les définitions de la ville les plus pertinentes compte tenu de la grille de lecture présentée dans la première partie*. Il s'agit de proposer pour chaque ville les périodes charnières auxquels doivent s'effectuer les passages d'une définition à une autre, mais aussi de repérer pour chaque pays les définitions les plus adaptées en vue d'une comparaison internationale à une certaine date. L'utilisation d'un référentiel spatio-temporel, le budget-temps moyen d'une heure, fournit un ensemble d'indications précieuses pour mener ces deux types d'harmonisation.

a L'utilisation de repères temporels

La prise en compte du budget-temps permet d'évaluer la pertinence de périmètres urbains obtenus à partir de sources historiques diverses et de proposer une collection harmonisée de définitions au cours du temps. La Figure 10 représente ainsi différents plans ou cartes historiques de la ville de Boston entre 1830 et 2000, avec une échelle calée sur la durée d'une heure de déplacement (aller et retour). Dans ce même budget-temps, on peut lire les métamorphoses de la ville, constituée d'une simple municipalité dans la première moitié du 19^{ème} siècle, puis (avec l'apparition des réseaux ferroviaires suburbains) d'une agglomération de municipalités (Medford, Revere, Quincy etc.). Au milieu du 20^{ème} siècle, la ville de Boston s'étend sur un rayon d'environ 25 km, correspondant aux trajets quotidiens de longue portée

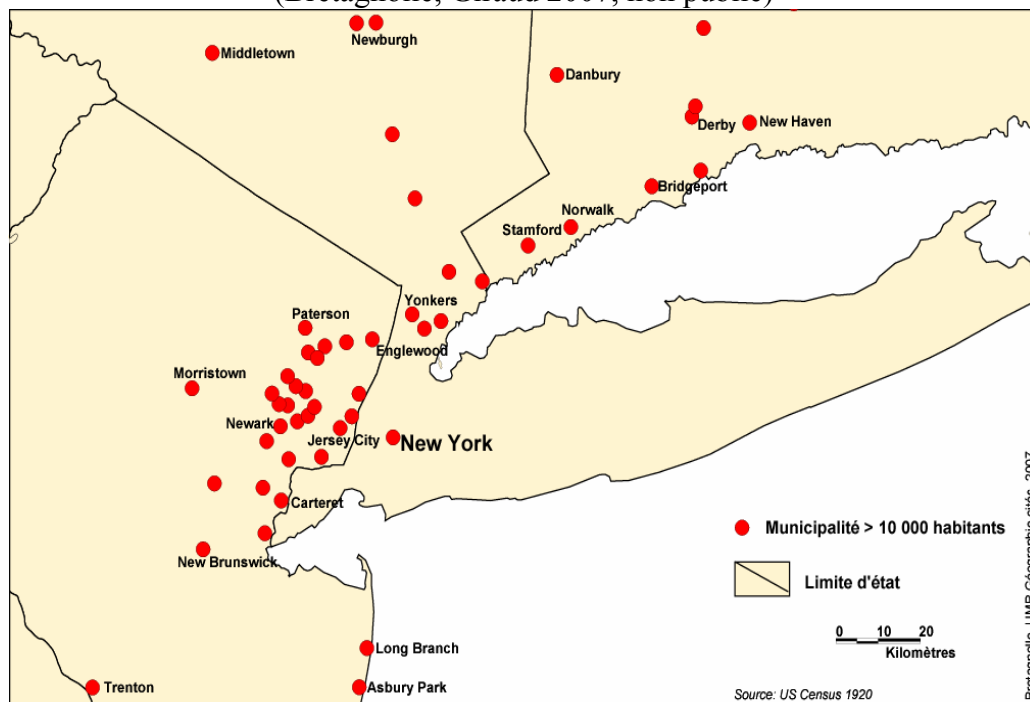
effectués par voiture dans les franges péri-urbaines de la *Standard Metropolitan Area*. Ce rayon double pratiquement entre 1950 et 2000 (*Metropolitan Statistical Area*).

Figure 10 : Le concept de ville dans un référentiel temporel (Boston, 1830-2000)
(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)



Les données diffusées par le Bureau du recensement des Etats-Unis fournissent cependant très peu de périmètres d'agglomérations pour les années antérieures à 1950. Rappelons en effet que les districts métropolitains n'apparaissent qu'en 1910 et seulement pour les très grandes villes. Pourtant, comme dans le cas de Boston, des grappes de municipalités apparaissent un peu partout sur le territoire des Etats-Unis, à partir des années 1870. Le phénomène s'intensifie dans les années 1910-1920, suggérant l'existence de réseaux de transports suburbains dans un rayon d'une quinzaine de kilomètres (Figure 11 pour la région de New-York, Figure 1 et Figure 15 pour les environs de Boston).

Figure 11 : Grappes de municipalités dans le New Jersey en 1920
(Bretagnolle, Giraud 2007, non publié)



En tenant compte de la stabilité du budget-temps, nous avons pu proposer nos propres critères d'agrégation de municipalités, à partir d'une délimitation temporelle des agglomérations. En réunissant dans une même entité les municipalités situées à moins d'une heure de temps (aller et retour) d'une municipalité plus grande et/ou plus ancienne, nous avons obtenu des approximations certes moins précises que les constructions fondées sur des critères de continuité du bâti, mais plus appropriées que si l'on avait considéré les seules municipalités centrales sans leur banlieue. Nous décrirons plus en détail ces constructions dans la partie suivante.

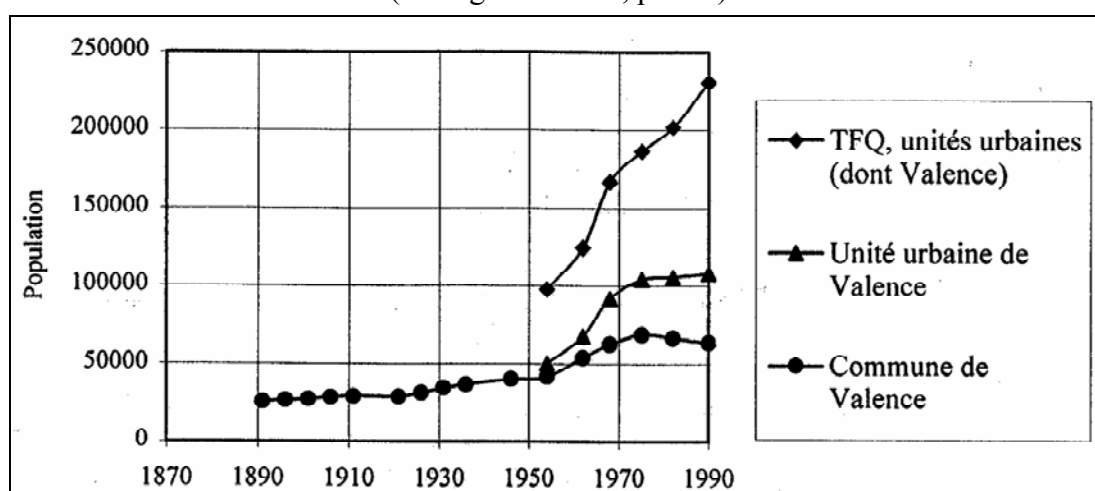
La prise en compte du budget-temps d'une heure permet aussi de proposer des règles simples pour choisir les dates des changements de définition en fonction de la taille des villes. Ainsi, la superposition des agglomérations (*urbanized areas*) et des aires métropolitaines (*SMA*) définies en 1950 par le *Census Bureau* montre que le budget-temps d'une heure coïncide mieux avec l'emprise spatiale des aires qu'avec celle des agglomérations (voir pour Boston la figure 10, présentée plus haut). Cette harmonisation temporelle des définitions s'avère particulièrement importante pour les grandes villes.

b Harmonisation longitudinale

L'harmonisation longitudinale vise à *construire des trajectoires de villes permettant la comparaison des populations au cours du temps*, pour une même ville ou pour un ensemble de villes. En l'absence d'une telle harmonisation, les trajectoires peuvent être biaisées par des

délimitations qui finissent par devenir obsolètes dans la longue durée, notamment pour les plus grandes villes. Ces biais ont pu être mesurés pour la ville de Valence, étudiée dans notre thèse. En superposant sur un même graphique l'évolution de cette ville perçue comme une commune-centre, puis comme une unité urbaine et enfin comme un « territoire de fréquentation quotidienne » comprenant les 12 unités urbaines comprises dans un rayon d'une demi-heure à partir du centre-ville, on observe un déclin de la première, une stagnation de la deuxième et une croissance plus affirmée de la troisième (Figure 12). Ces observations ont été généralisées à l'échelle de l'ensemble des villes françaises par Marianne Guérois et Fabien Paulus (Guérois et Paulus 2002, Paulus 2004).

Figure 12 : La croissance de Valence, selon différentes définitions de la ville (1890-1990)
(Bretagnolle 1999, p. 225)



TFQ : Territoire de fréquentation quotidienne. Il regroupe l'ensemble des communes situées à moins d'une demi-heure du centre-ville de Valence, à chaque époque considérée.

Pour des villes plus petites, l'utilisation d'une définition fonctionnelle ne s'impose pas forcément pour la deuxième moitié du 20^{ème} siècle. Les réseaux d'autoroutes suburbaines ou les lignes ferroviaires rapides qui permettent le développement d'un habitat diffus au-delà du périmètre de l'agglomération caractérisent uniquement les très grandes villes (voir Figure 6 pour les agglomérations actuelles de 1 à 3 millions d'habitants). Les aires urbaines les plus petites, en France (8 000 à 20 000 habitants au recensement de 1990, INSEE 1990), ont des périmètres souvent proches de ceux définis par l'approche morphologique. Ceci explique qu'en réunissant dans une même base de données ces deux types d'objets, unités et aires urbaines, nous n'ayons pas décelé de rupture particulière dans la distribution des tailles des villes (Bretagnolle, Paulus, Pumain 2002). Nous avons pu faire la même observation pour les Etats-Unis (Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008).

L'harmonisation longitudinale conduit donc à considérer différents états possibles pour une même ville au cours du temps (Figure 13). Par exemple, pour les 22 dates prises en compte

pour la base de données harmonisée des Etats-Unis (soit tous les recensements compris entre 1790 et 2000), plusieurs types de trajectoires sont proposés :

- Les grandes villes (celles définies au recensement de 2000 comme des *Metropolitan Areas*, c'est à dire dépassant 50 000 habitants) sont définies d'abord dans le périmètre de leur municipalité centrale, puis entre 1870 et 1940 par l'agrégation de plusieurs municipalités, et enfin à partir de 1950 ou dans les décennies suivantes comme des aires fonctionnelles métropolitaines.

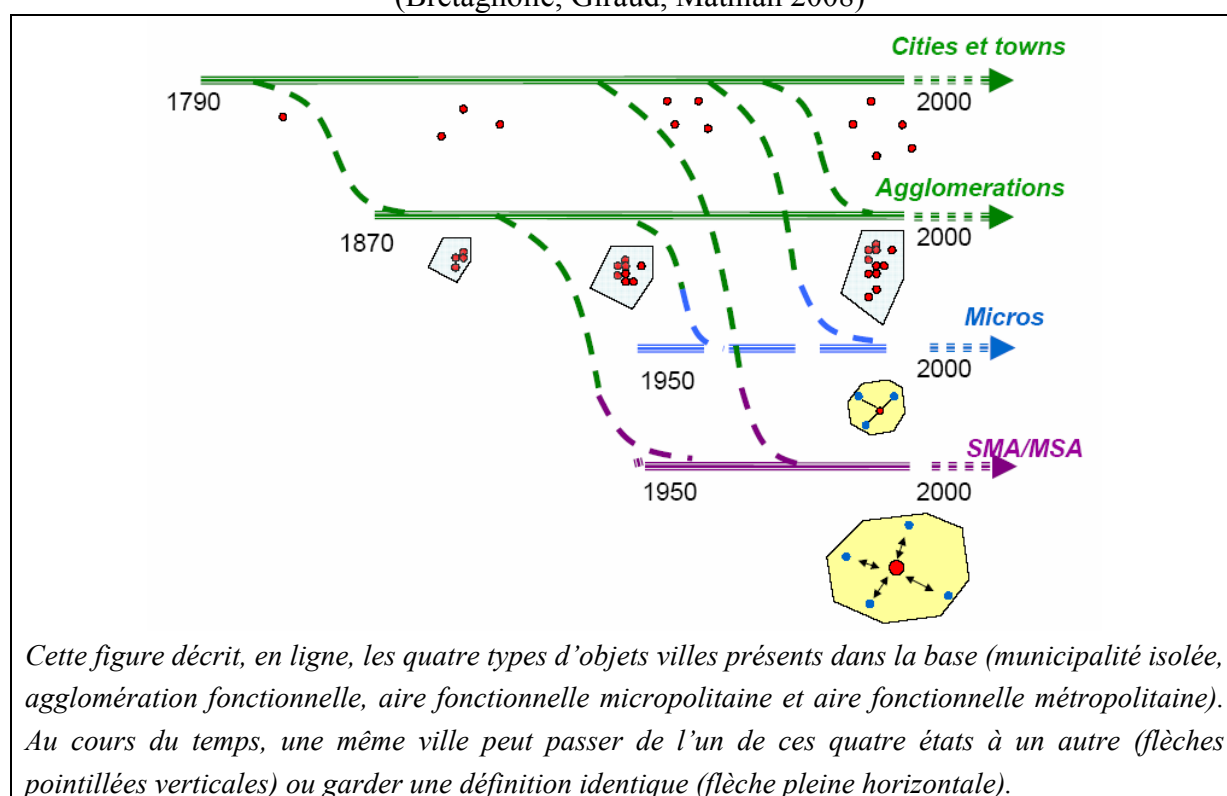
- Les villes de taille moyenne (celles définies au recensement de 2000 comme des *Micropolitan Areas*, c'est à dire comprises entre 10 000 et 50 000 habitants) sont d'abord considérées comme des municipalités ou des agrégats de municipalités puis comme des aires micropolitaines dès 1950 ou dans les décennies suivantes.

- Certaines villes plus petites passent du statut de municipalité à celui d'*agglomération fonctionnelle*, quand celle-ci est repérée par le critère de distance-temps d'une heure.

- D'autres villes de petite taille restent tout au long de ces deux siècles de *simples municipalités*.

Figure 13 : Différentes trajectoires possible pour la ville harmonisée aux Etats-Unis

(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)

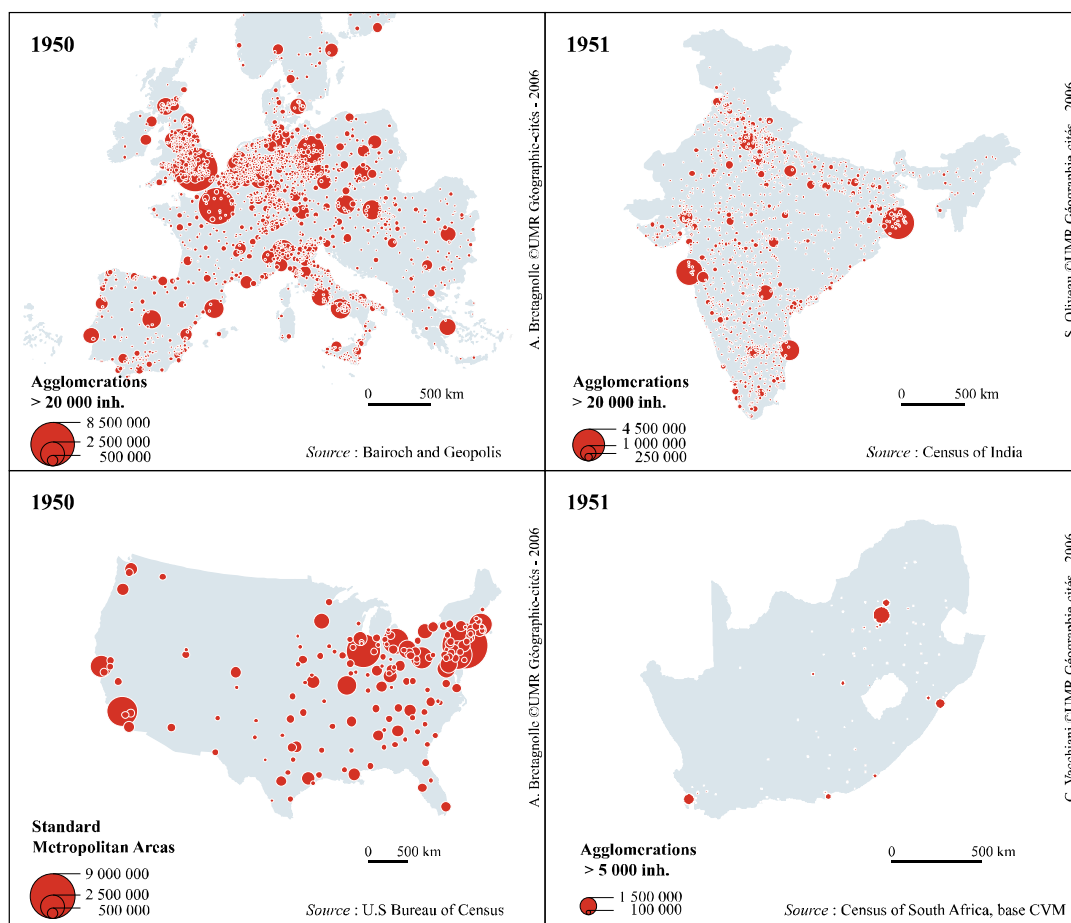


c Harmonisation transversale

L'harmonisation transversale consiste à envisager, à une même date, les définitions les plus appropriées pour comparer le poids des villes dans différentes régions du monde. A propos

de l'Europe, des Etats-Unis, de l'Inde et de l'Afrique du sud, nous avons envisagé l'hypothèse que des définitions identiques n'assurent pas forcément une bonne comparabilité des résultats, car elles ne tiennent pas compte des contextes d'urbanisation (Bretagnolle, Pumain, Vacchiani-Marcuzzo 2007). Ainsi, si les agglomérations morphologiques de plus de 10 000 habitants définies officiellement en 1900 dans certains pays d'Europe nous semblent cohérentes, l'approche ne peut être identique dans un pays comme l'Afrique du sud à cette même époque. Là, les villes apparaissent plutôt, du fait de leur histoire, comme des agglomérations fonctionnelles de plus de 5000 habitants incluant la ville blanche et les townships non-blancs, liés économiquement à la ville par les mobilités domicile-emploi (Vacchiani-Marcuzzo, 2005). De même, en 1950-1960, les grandes villes des Etats-Unis peuvent déjà être appréhendées en tant qu'aires fonctionnelles métropolitaines, alors qu'en Europe ce n'est pas le cas, en raison du décalage dans la diffusion de l'automobile et des réseaux autoroutiers. La comparaison réunit donc, au même moment, des aires fonctionnelles américaines, des agglomérations morphologiques européennes et des agglomérations fonctionnelles de plus petite taille en Afrique du sud (Figure 14).

Figure 14 : La trame urbaine en Europe, Inde, Etats-Unis et Afrique du sud autour de 1950
(Bretagnolle, Pumain, Vacchiani-Marcuzzo 2007)



2.2 Des méthodes pour l'harmonisation des données

L'élaboration des modèles de données élaborés pour la France et les Etats-Unis a réuni des compétences diverses, tant du côté des thématiciens que des ingénieurs spécialistes des bases de données²⁴. Ils reposent sur trois types de méthodologies : l'agrégation de briques élémentaires, la rétopolation dans le temps d'objet définis selon une même nomenclature, et l'harmonisation temporelle d'objets définis selon une nomenclature aux critères évolutifs.

a Agrégation de briques élémentaires

La construction d'agglomérations morphologiques ou fonctionnelles à partir de briques élémentaires est non seulement contrainte par la disponibilité des sources statistiques, aux périodes considérées, mais aussi par la recherche des mailles administratives les plus fines possibles pour que les compositions puissent être comparées dans le temps.

Pour la France, une méthode originale a été proposée par Denise Pumain en 1982 pour les années comprises entre 1831 et 1911, et a été prolongée (fichier « INED, Urbanisation de la France », Pumain, Riandey 1986, Guérin-Pace 1993). Entre 1831 et 1954, des communes sont regroupées dans une agglomération si elles dépassent une certaine population (2500 habitants), si elles sont contiguës à la commune-centre ou à une commune déjà intégrée et si elles font partie d'une même unité urbaine au recensement de 1962. A partir de 1962, les auteurs utilisent la définition des unités urbaines données par l'INSEE. Un travail conséquent a été réalisé sur l'évolution du maillage administratif, afin de tenir compte des modifications du découpage communal (Pumain, Riandey, p. 273).

Le critère d'agrégation utilisé pour la période 1831-1962 repose donc sur la *délimitation constante 1962 avec intégration des entités contiguës dépassant le seuil de l'urbain*. C'est la méthode préconisée notamment par Paul Meuriot en 1909 et rappelée plus haut. Nous l'avons reprise nous-mêmes dans notre thèse pour construire une base de données (base AGGLO) moins exhaustive (notre pas de temps est de 20 ans et non 5 ans comme dans la base INED), mais plus précise sur le plan statistique. En effet, dans la base INED, les populations urbaines sont arrondies à la centaine d'unités, ce qui crée un certain nombre de paliers artificiels dans la distribution des tailles de villes et rend plus difficile leur exploitation statistique (Bretagnolle 1999). Nous avons, en outre, ajouté les données issues de l'Enquête des 1000 de 1809 (Le Mée 1971).

Pour les Etats-Unis, la méthode d'agrégation que nous avons évoquée plus haut repose sur une *délimitation évolutive avec intégration des entités localisées à moins d'une heure d'un centre et dépassant le seuil de l'urbain*. Ce seuil est évolutif et correspond à 2500 habitants en 1790 (seuil utilisé par Gibson 1998), 3000 habitants en 1830, 5000 habitants en 1840, 8000 habitants en 1860 (seuil utilisé dans les recensements entre 1874 et 1910), 10 000 habitants

²⁴ Citons entre autres Hélène Mathian, Timothée Giraud, Fabien Paulus et Joël Boulier.

ensuite²⁵. Les données de population ont été collectées à partir des recensements de population ou de sources compilées par le *Census Bureau*²⁶. Des distances kilométriques théoriques correspondant, à chaque période, à un déplacement d'une heure à partir d'un centre, ont été estimées en fonction de la taille des villes : différentes sources²⁷ sur les réseaux de transport suburbains déployés dans les grandes villes ont permis d'établir une distance maximale pour chaque date, et une autre pour les petites villes (Figure 15 et Tableau 4). Par exemple, en 1900, le rayon associé au budget-temps d'une heure est d'environ 10 km pour les grandes villes (Chicago, Boston, New York), soit le même que celui utilisé à la même époque dans les recensements belge et allemand, et 5 km pour les plus petites.

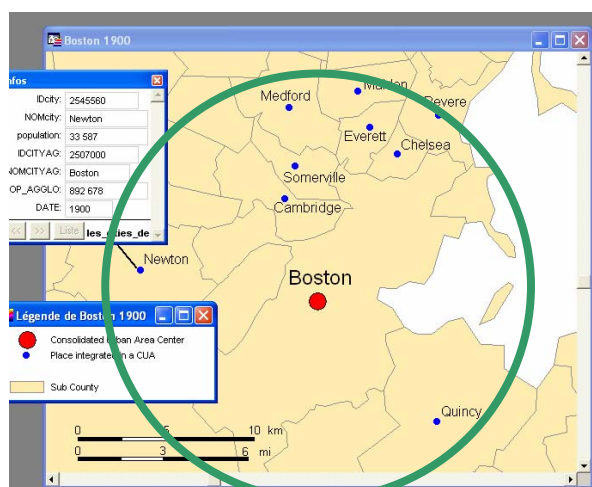
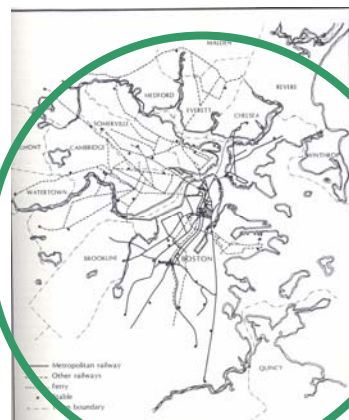
²⁵ Les valeurs choisies pour l'évolution de ce seuil minimal sont justifiées plus loin, dans la partie 2.3.a).

²⁶ Entre 1790 et 1840, Gibson 1998. Pour les dates suivantes, Direction of the Secretary of the Interior (1850 et 1860), Department of the Interior (1880, 1890, 1970 et 1990).

²⁷ Pour Boston (Ward, 1964, Vance, 1990), New York et Washington (Vance 1990), Chicago et San Francisco (Chudacoff 1981), Los Angeles (Ghorra-Gobin 1997). En outre, certains plans historiques de transport suburbain sont diffusés sur les sites Internet des villes ou des compagnies de transport.

Figure 15 : Coïncidence entre l'étendue du réseau de transport suburbain et une construction d'agglomérations selon un critère théorique de distance-temps
(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)

BOSTON en 1900

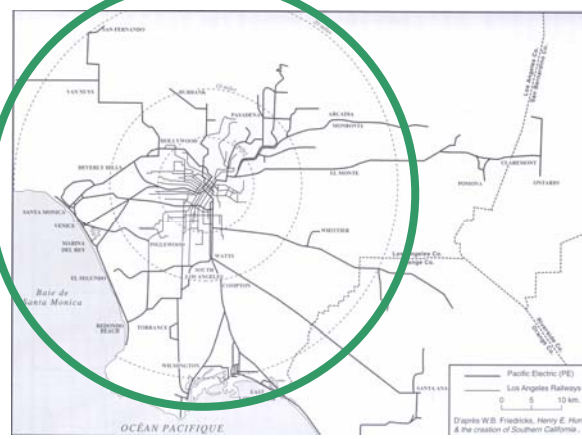


Source : Vance 1990

Plan des transports en commun autour de 1900

Construction de l'agglomération dans le S.I.G

LOS ANGELES en 1940



Source : Gorrha-Gobin 1990

Plan des transports en commun autour de 1940

Construction de l'agglomération dans le S.I.G

Les cercles de gauche correspondent à une modélisation de l'aire parcourue chaque jour par les navetteurs en une heure de temps, pour la date considérée. Les rayons obtenus (Tableau 4) sont ensuite utilisés, dans le SIG, pour la construction des agglomérations fonctionnelles.

Tableau 4 : Evolution des distances (en km) utilisées pour construire les agglomérations dans la base harmonisée des Etats-Unis
(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)

	Distance minimale (petites villes)	Distance maximale (grandes villes)
1870-1890	4	5 (Jersey, Boston)
1900-1910	5-7	10-12 (Chicago, Boston)
1920-1930	10-12	20-23 (Los Angeles, Boston)
1940	15	37-39 (Chicago, Los Angeles, New York, Philadelphie)
1990	30	Les grandes villes sont répertoriées dans la base en tant qu'aires fonctionnelles

Pour les années 1930 et 1940, caractérisées par un étalement intense, les limites des aires fonctionnelles données par le *Census Bureau* en 1950 ont aussi été prises en compte : les contours des grappes n'apparaissent plus aussi distinctement qu'auparavant, elles forment une nappe continue dans certaines zones, par exemple au nord-est ou dans des états très industriels.

Cette méthode permet de construire des cartes en implantation ponctuelle mais pas en implantation surfacique. En effet, nous n'avons pas trouvé d'information sur les superficies associées à chaque municipalité, car les territoires délimités dans les chartes d'incorporation ne correspondent pas à des mailles administratives et n'ont pas fait l'objet d'un inventaire national par le *Census Bureau*. Il n'a pas non plus été possible de se caler sur le premier niveau du maillage administratif, celui des *Minor Civil Divisions*, car leurs contours sont très fluctuants et l'information n'est pas disponible à toutes les dates des recensements²⁸ (Gardner 1999 et 2000).

Les résultats mettent en évidence l'impact de nos constructions d'agglomérations fonctionnelles en termes de nombre de villes et populations urbaines. En 1920, près de 20% des municipalités urbaines constituent des « banlieues », selon notre définition, et ce pourcentage monte à 30% en 1940 (Tableau 5). Certaines villes doublent leur population totale du fait de la prise en compte de ces extensions périphériques (Boston, qui passe en 1940 de 771 000 à 1,6 millions d'habitants, Newark, de 430 000 à 1 million, ou San Francisco, de 635 000 à 1,156 millions). Pour le nombre de municipalités agrégées, Chicago détient un record avec 19 municipalités dans un rayon d'une quarantaine de km en 1940, suivie par Los Angeles (17 municipalités), Boston et New York (16 municipalités).

²⁸ Citons néanmoins le travail de Todd Gardner, qui a proposé une construction à partir des critères de délimitations des districts métropolitains de 1940, rétopolés en 1850, 1880 et 1910 (Gardner 1999 et 2001).

Tableau 5 : Nombre de municipalités urbaines et d'agglomérations constituées dans la base harmonisée des Etats-Unis
(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)

	Municipalités urbaines de plus de 10000 habitants (A)	Dont agglomérations dans la base harmonisée (B)	Dont municipalités agrégées (« banlieues », c'est à dire A-B)
1870	174	170	4
1880	229	225	4
1890	346	336	10
1900	417	389	28
1910	551	510	41
1920	679	565	114
1930	874	665	209
1940	967	693	274

La construction d'agglomérations pour des époques reculées au moyen du critère de continuité du bâti a été aussi utilisée par François Moriconi-Ebrard, à partir de cartes historiques et pour les villes ayant dépassé le seuil de 2 millions d'habitants au cours de leur histoire (Moriconi-Ebrard 1994 et 2000). Cette entreprise serait actuellement poursuivie pour l'ensemble des agglomérations européennes de plus de 10 000 habitants à cette même date (le nombre étant évalué à environ 2500, selon des informations communiquées par François Moriconi-Ebrard et relatées dans Pinol et Walter 2003 p. 32). Des travaux consacrés à la collecte et à l'harmonisation de maillages administratifs européens sur le temps long ont été réalisés dans le cadre du programme *Terrae Statisticae* (Moriconi-Ebrard, Hubert 1999).

b Rétropolation d'objets dans le temps long

La rétopolation d'objets désigne la *reconstruction de données anciennes sur la base de critères de définition actuels*. Il ne s'agit pas d'utiliser une délimitation constante des villes à plusieurs dates, mais bien d'appliquer à une période passée des critères communs et toujours en vigueur. Ce type de méthode est particulièrement intéressant dans le cas des aires fonctionnelles. En effet, les enquêtes sur les mobilités quotidiennes débutent généralement dans les années 60, mais ne peuvent pas toujours être exploitées à ce moment, faute de moyens informatiques.

En France, les aires urbaines définies en 1996 ont été rétopolées par Philippe Julien et un certain nombre de chercheurs de l'INSEE (Julien 2003) aux recensements de 1968, 1975, 1982 et 1990, sur la base de sources existant à chaque époque (fichiers des navettes Mirabelle). Les bases de données obtenues ont été géocodées, mises en forme et exploitées

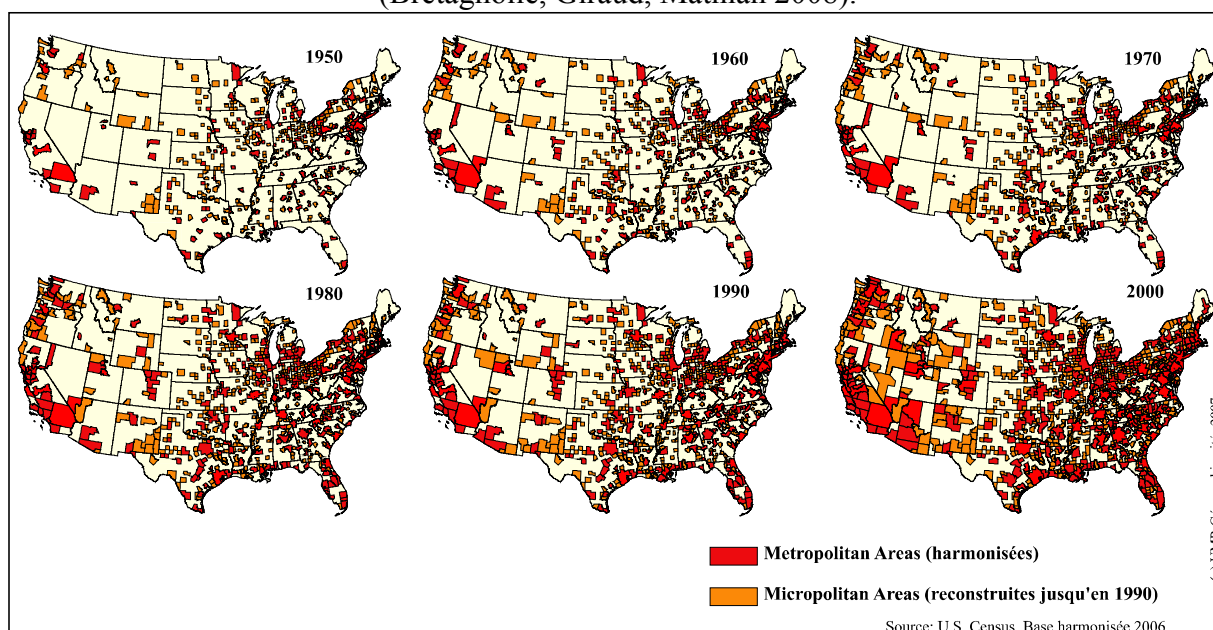
par Fabien Paulus dans le cadre de sa thèse (Paulus 2004). Nous les avons utilisées pour la base harmonisée de la France (1809-1999).

Pour les Etats-Unis, nous avons proposé une méthode pour rétropoler les *Micropolitan Areas* (Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008). Les aires micropolitaines sont définies en 2000 par le *Census Bureau* pour 573 localités comprises entre 10 000 et 50 000 habitants. La rétropolation visait à compléter le nombre très limité d'aires métropolitaines entre 1950 et 1990 (on en dénombre seulement 177 en 1950 et 360 en 1990, soit le même nombre qu'en France pour une superficie 15 fois plus grande). En l'absence de sources sur les navettes, cette rétropolation a reposé sur des critères différents de ceux utilisés pour les aires urbaines françaises. Nous sommes partis du fait que les flux domicile-travail qui fondent la délimitation d'aires micropolitaines en 2000 résultent d'une histoire plus longue, de complémentarités fonctionnelles entre des localités qui remontent à des époques passées. De même que certaines MSAs de 2000 apparaissent dès 1950 et se maintiennent de manière très durable d'un recensement à un autre, nous avons fait l'hypothèse qu'une telle stabilité existait aussi pour des systèmes de navetteurs construits autour de villes de plus petite taille. Afin de minimiser les risques d'erreurs dans cette rétropolation, les mêmes critères d'apparition que pour les SMAs ont été utilisés, soit un seuil minimal portant sur la taille de la ville centrale. Une aire micropolitaine est donc rétropolée jusqu'à l'année de recensement à partir de laquelle la ville centrale dépasse 10 000 habitants. Dans certains cas (une cinquantaine en tout), les Micros de 2000 sont constituées par plusieurs *counties*. Dans ce cas, dès que la ville principale d'un *county* contigu dépasse 10 000 habitants, ce dernier est ajouté à l'aire micropolitaine. Les populations et les périmètres obtenus à la suite de la rétropolation ont été comparés à ceux des aires métropolitaines, pour en vérifier la cohérence. En 1950 par exemple, 5 aires micropolitaines rétropolées présentent des populations aussi fortes que celles de certaines aires métropolitaines. Ces aires sont situées dans les zones industrielles de la Pennsylvanie et du Lac Erié, et ne sont constituées que d'un *county* (ce n'est donc pas l'agrégation de plusieurs *counties* qui entraîne cette forte population). Elles comptent chacune plusieurs municipalités urbaines de plus de 10 000 habitants dans un rayon de moins de 30 km. Il n'est donc pas étonnant qu'elles présentent des tailles aussi importantes (Tableau 6 et Figure 16).

Tableau 6 : Nombre total d'aires micropolitaines reconstruites et de SMAs/MSAs, dans la base harmonisée des Etats-Unis
(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)

	Nombre total d'aires micropolitaines reconstruits (A)	Nombre total de SMAs/MSAs (B)	Nombre total d'aires fonctionnelles dans la base (A+B)
1950	255	177	432
1960	316	215	531
1970	362	246	608
1980	396	318	714
1990	426	360	786

Figure 16 : Aires fonctionnelles métropolitaines harmonisées et micropolitaines reconstruites (Etats-Unis, 1950-2000)
(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008).



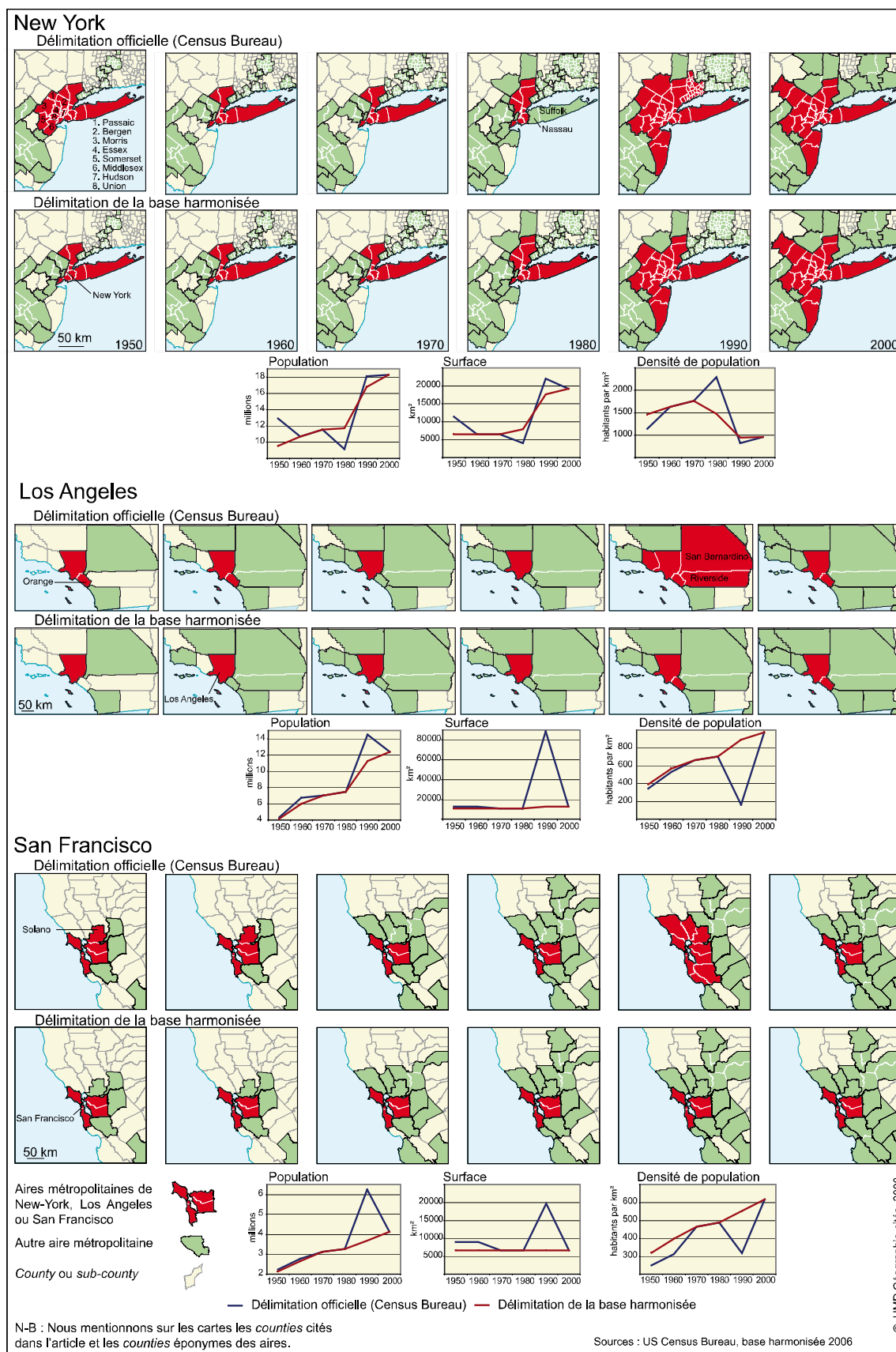
c Harmonisation temporelle d'objets définis dans une même nomenclature

Cette troisième et dernière méthode vise à *corriger des délimitations qui varient en raison de changements de critères opérés à l'intérieur d'une même définition*. Nous avons rencontré ce cas pour les aires fonctionnelles métropolitaines des Etats-Unis, dont certains critères ont été modifiés à plusieurs reprises entre 1950 et 2000 (voir l'annexe 3 dans Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008).

Les variations les plus fortes apparaissent notamment en 1958 (changement de certains critères dans le passage des *Standard Metropolitan Areas* aux *Standard Metropolitan Statistical Areas*) et à partir des années 1980 (remplacement des SMSAs par les *Metropolitan Statistical Areas* en 1983 et changement de certains critères de définition des MSAs entre 1990 et 2000). Les définitions officielles, cohérentes en instantané, n'ont généralement pas été pensées sur des intervalles de temps longs, comme en témoignent les variations d'identifiants des aires, d'un recensement à un autre, ou surtout l'observation des périmètres et des populations des grandes villes (Figure 17). Par exemple, l'aire fonctionnelle de New York, qui contenait en 1950 une partie du New Jersey (Jersey City, New Brunswick, Newark, Paterson²⁹) avec une population totale dépassant 11 millions d'habitants, perd officiellement cette extension en 1960 et ne compte plus que 9 millions d'habitants. En 1980, les comtés de Nassau et Suffolk sont retirés pour former une SMSA à part entière, ce qui donne lieu à une brusque variation de surface et de population. En Californie, les comtés de San Bernardino et Riverside sont ajoutés à la MSA de Los Angeles en 1990, pour être retirés au recensement suivant. A San Francisco, si l'on considère la trajectoire du *county* de Solano, on aboutit à une évolution véritablement chaotique : celui-ci fait partie de San Francisco en 1950 et 1960, en est exclu en 1970 et 1980 (il fait alors partie du SMA de Vallejo-Napa), puis réintégré en 1990 et enfin à nouveau exclu en 2000 (il forme alors le MSA de Vallejo).

²⁹ Ce qui correspond sur la Figure 17 aux *counties* de Passaic, Bergen, Morris, Essex, Somerset, Middlesex, Hudson et Union.

Figure 17 : Périmètres, population et superficie de New-York, Los Angeles et San Francisco, selon leur délimitation officielle et selon la base de données harmonisée
(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)



Reconstruire des trajectoires plus cohérentes sur des durées de temps relativement longues nécessite de descendre à l'échelon des *counties* qui composent les aires métropolitaines (parfois même des *sub-counties*, pour les états de la Nouvelle Angleterre jusqu'en 1990) et d'établir un certain nombre de règles pour rendre comparables ces ensembles d'une définition à une autre.

Dans un premier temps, un repérage automatique des *counties* et *sub-counties* qui appartiennent à deux aires différentes au cours de la période 1950-2000 a été réalisé. Une expertise au cas par cas a ensuite été menée, selon trois règles. Tout d'abord, nous avons veillé à ne jamais modifier la délimitation des entités données dans le recensement de 2000, notamment pour faciliter la mise à jour de la base au prochain recensement. Ensuite, nous avons privilégié les informations données par les recensements de 1960, 1970 et 1980 pour tenir compte des changements de délimitations des grandes villes associés à des changements de définition des aires fonctionnelles, en 1958 et en 1983, comme l'ont proposé d'autres chercheurs (Dobkins et Ionnides 2001). Enfin, nous avons identifié les cas de fluctuations de *counties*, c'est-à-dire ceux qui appartiennent à une date à une aire fonctionnelle, puis à une autre et reviennent finalement dans l'aire initiale, et nous avons modifié les délimitations pour lisser les trajectoires.

Au final, près de 90 modifications de périmètres ont été apportées (Tableau 7). Néanmoins, des corrections n'ont pu être proposées dans une trentaine de cas, correspondant principalement aux états du Michigan, de l'Indiana et de l'Ohio dans les années 1980-1990, très affectés par la crise de l'industrie lourde. En l'absence des données sur les navettes, il n'était pas possible d'interpréter les changements d'affectation de *counties* autour de villes comme Détroit, Lima, Muskegon, Grand Rapids, Battle Creek, Lansing, Toledo ou Evansville. Nous espérons pouvoir rassembler des sources complémentaires pour pouvoir traiter ces cas.

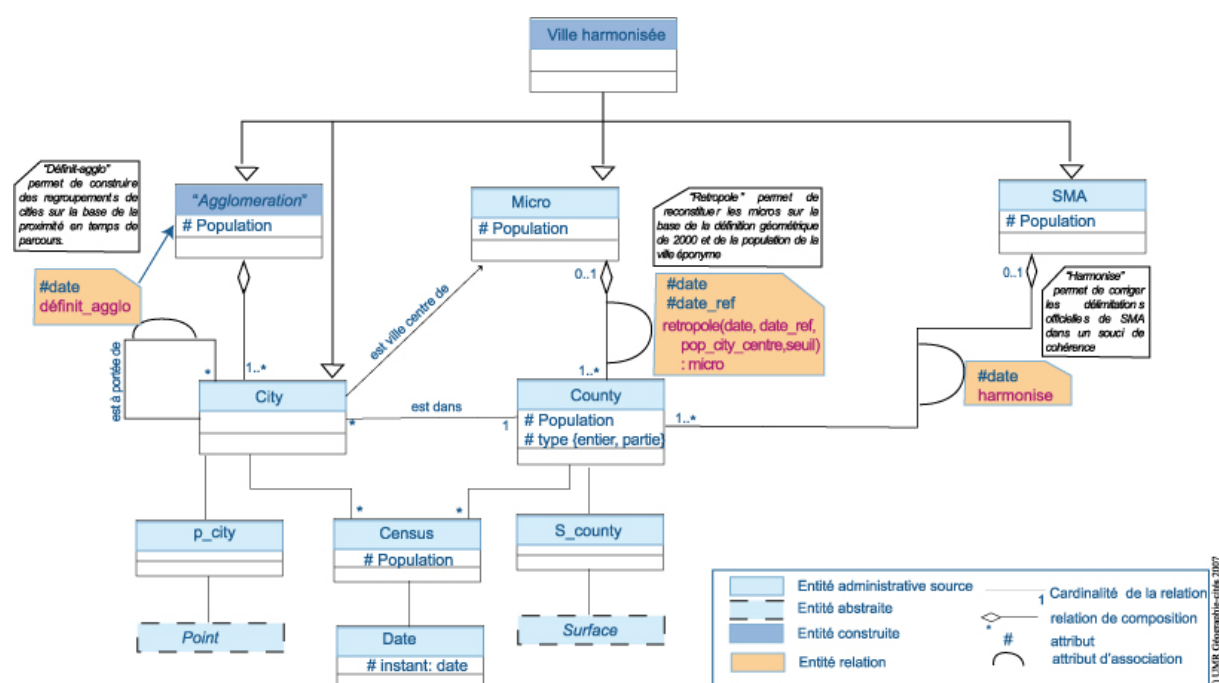
Tableau 7 : Corrections apportées dans la base harmonisée des Etats-Unis par rapport à la délimitation officielle des SMAs/MSAs de 1950 à 1990

(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)

	Nombre d'aires métropolitaines modifiées
1950	10
1960	5
1970	11
1980	28
1990	35

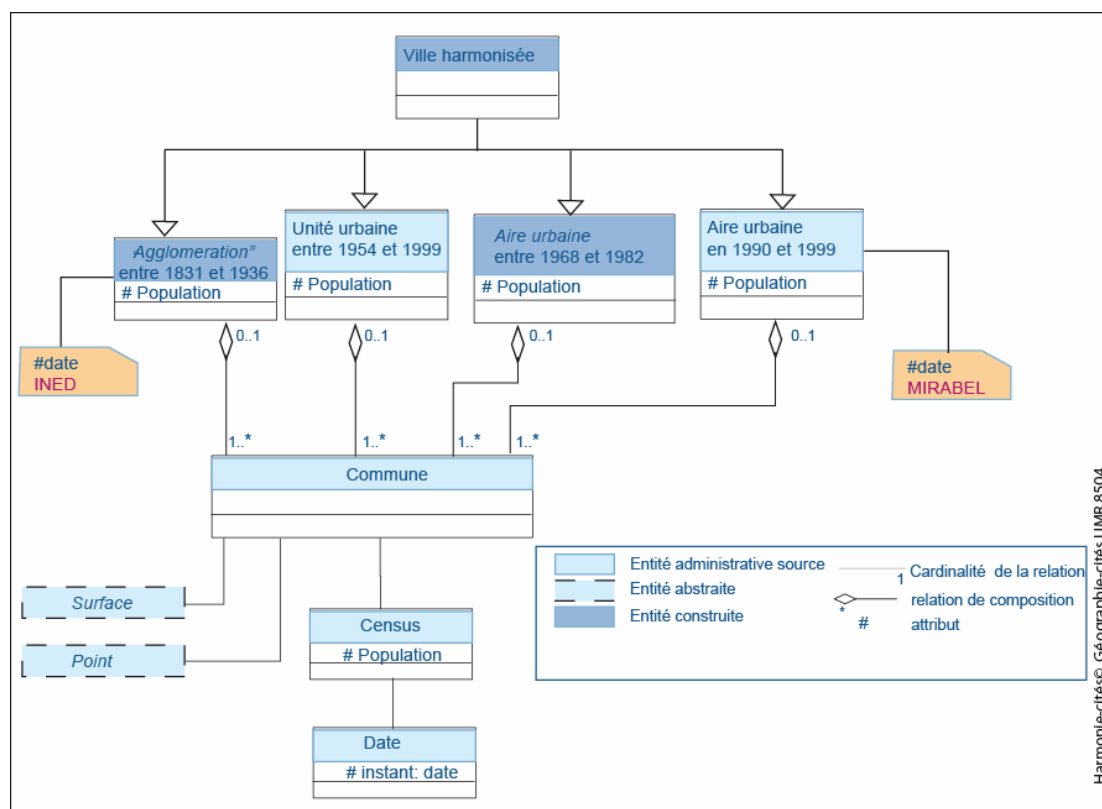
Le modèle de données construit pour les Etats-Unis rassemble à la fois des objets et des relations entre les objets (Figure 18). Les objets sont de plusieurs nature : il peut s'agir d'entités administratives « sources » (municipalité, *county*, *sub-county*, SMAs, aires micropolitaines...) avec leur implantation surfacique ou ponctuelle ; d'autres entités peuvent être construites à partir d'une relation (par exemple les agglomérations) ou être associées à une relation (les aires fonctionnelles qui ont été harmonisées pour certaines, ou les aires micropolitaines qui ont été rétropolées).

Figure 18 : Le modèle de données construit pour les Etats-Unis
(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)



Pour la France, les travaux en cours permettent de proposer un état provisoire du modèle, qui intègre différents états possibles de la ville en fonction de constructions officielles (unités urbaines, aires urbaines) ou proposées par des chercheurs et des institutions (méthodologie de construction d'agglomération fondée sur la base INED, rétropolation d'aires urbaines pour la période 1968-1982) (Figure 19). Entre 1831 et 1954, la ville harmonisée correspond à une agglomération morphologique, définie selon la méthodologie de la base INED. Entre 1954 et 1968, ce sont les unités urbaines de l'INSEE qui sont considérées, puis à partir de 1968, celles-ci peuvent être remplacées par les aires urbaines lorsque celles-ci existent.

Figure 19 : Le modèle de données proposé pour la France (travaux en cours)
(Bretagnolle, Giraud, Mathian, Communication au Salon Géo-Evènement, 2008)



2.3 L'urbanisation à la lumière des bases de données harmonisées

Quelle que soit l'échelle à laquelle est appréhendé le fait urbain, *l'impact des choix réalisés par les instituts de statistique ou par les chercheurs pour suivre les objets villes au cours du temps long est considérable*. Trois types d'effets sont mesurés et discutés ici, en comparant des résultats obtenus, pour la France et les Etats-Unis, avec les bases harmonisées et des bases plus classiques, proposées par d'autres chercheurs ou reconstruites à partir des séries officielles. Ainsi, le choix des définitions détermine le nombre et la population totale des villes, et, partant, le *taux d'urbanisation*. De plus, l'utilisation de périmètres constants au cours du temps ou évolutifs engendre des variations fortes dans les résultats de la mesure de leur *croissance annuelle*. Enfin, selon les définitions utilisées, on obtient des évolutions parfois contradictoires dans les valeurs des *indices de concentration de la population urbaine*.

a Pesée globale de l'urbain : l'impact des définitions

La comparaison des bases de données harmonisées construites pour la France et les Etats-Unis et de bases de données émanant de définitions officielles des villes met en évidence des disparités importantes dans la mesure du taux d'urbanisation. Il est cependant difficile de faire la part, dans l'explication des différences constatées, entre le choix des définitions et celui des

seuils de population minimale. Ce dernier paramètre introduit en effet des différences considérables. Les définitions officielles utilisées par les bureaux de recensement ont tendance à privilégier les seuils constants. Cependant, *l'analyse du fait urbain dans la longue durée rend nécessaire un autre type d'harmonisation des données, à partir de la prise en compte de seuils évolutifs*. En France, par exemple, nous avons rappelé plus haut que le seuil minimal de 2000 habitants utilisé pour la commune urbaine puis pour la zone bâtie de l'unité urbaine remonte à près de deux siècles et demi. Or le semis très dense des villes en Europe, qui a achevé de se mettre en place à l'époque du charroi et de la marche à pied, s'est profondément modifié à partir de la révolution des transports. Les grandes villes ont pu desservir des territoires plus vastes, court-circuitant progressivement des centres plus petits, dotés des fonctions centrales de base (voir les observations de Dickinson 1932 pour la Grande-Bretagne, Christaller 1933 pour l'Allemagne, Berry 1971 pour les Etats-Unis, Juillard 1974 pour la France). Au 20^{ème} siècle, une localité de 2000 habitants détient, en général, des fonctions centrales d'un niveau beaucoup plus faible qu'au 18^{ème} siècle. Nous avons préféré utiliser un seuil minimal qui s'accroît au cours du temps.

Il existe plusieurs manières de faire varier un seuil minimal de population.

Une première méthode repose sur *l'observation des fonctions urbaines* associées, à différentes dates, à chaque niveau de population. Peu d'enquêtes sont cependant disponibles à l'échelon national sur des périodes de temps aussi longues. En 1885, une enquête est ordonnée par le directeur de l'Assistance publique sur les communes de 5000 à 10 000 habitants, pour déterminer, en fonctions de leurs activités, lesquelles ont un caractère urbain (Pinol 1996, p. 8). Seules 62 sur 328, soit moins de 20%, sont déclarées rurales. A partir d'annuaires départementaux, nous avons pu nous-mêmes tenter d'estimer ce seuil en fonction des activités présentes dans les bourgs et villes de la Drôme et de l'Ardèche, pour l'année 1925 (Bretagnolle 1999). Dans des localités de plus de 4000 habitants pour l'Ardèche et 9000 habitants pour la Drôme, on trouve des garages et stations essence (sous le vocable « automobile »), des librairies, des opticiens, des dentistes, et des sièges de préfecture ou de sous-préfecture (Annuaire officiel de l'Ardèche, Annuaire de la Drôme, Bretagnolle 1999 p. 206-207). Cette variabilité des résultats d'une région à une autre montre qu'il est difficile d'étendre la méthode à l'ensemble de la France.

D'autres méthodes, plus simples, consistent à faire évoluer le seuil minimal *au même rythme que celui de la population urbaine ou de la population totale du pays*. La première est utilisée par exemple par les économistes américains Duncan Black et Vernon Henderson (2003, p. 347) lorsqu'ils construisent une base de données sur les aires métropolitaines entre 1900 et 1990 (voir les détails dans Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008). Appliquée à la France, cette méthode donne un seuil de 16 000 habitants en 1999 en se calant sur la variation de la population urbaine (ce qui paraît très élevé), et 5000 habitants en se calant sur la variation de la population française totale. Cette dernière valeur a été retenue pour la base harmonisée (Bretagnolle 1999 et Tableau 8). Ce même seuil de 5000 habitants est aussi choisi en 1952 par Edouard Bénard pour délimiter les agglomérations françaises, et il est cité par Georges Dupeux dans les années 1980 comme étant « celui qui est le plus souvent retenu

aujourd'hui ». Ce dernier propose pour le 19^{ème} siècle celui de 3000 habitants, pour ne pas négliger les « petites villes ou gros bourgs », et c'est à peu près celui que nous obtenons en utilisant la méthode de variation selon la population totale.

Tableau 8 : Evolution de la taille minimale des villes dans la base harmonisée, en fonction de la croissance de la population totale française (1809-1999)
(Bretagnolle 2009, non publié)

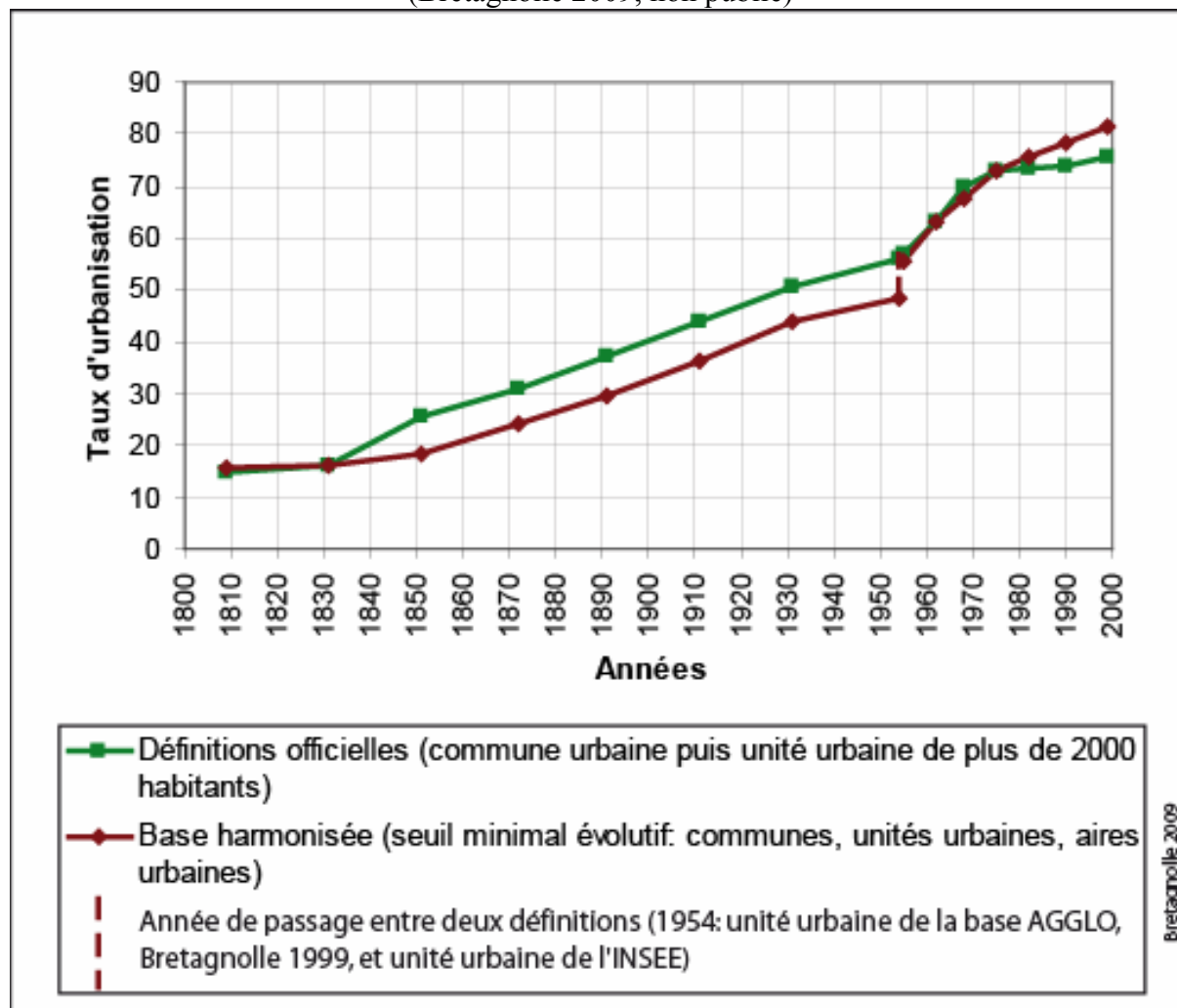
Années	Population totale (en milliers)	Seuil minimal évolutif	Nombre de villes dont la population est supérieure au seuil minimal*
1809	29 093	2500	525
1831	33 595	2653	555
1851	35 793	3008	538
1872	36 103	3046	530
1891	38 343	3236	542
1911	39 602	3337	537
1931	41 524	3544	550
1954	42 734	3599	612
1954 (U.U)	42 734	3599	788
1962	46 243	3948	824
1968	46 243	4181	867
1968 (U.U et A.U)	49 778	4181	845
1975	52 656	4422	846
1982	54 335	4570	841
1990	56 615	4767	785
1999	58 519	4924	712

*U.U : unités urbaines. A.U : aires urbaines. *: les villes sont des agglomérations reconstruites selon la méthodologie de la base INED jusqu'en 1954, des unités urbaines entre 1954 et 1968, des unités urbaines et des aires urbaines de 1968 à 1999. Sources : Bretagnolle 1999 et Bretagnolle, Paulus, Pumain 2002 pour les bases de données ; Insee - Annuaire statistique de la France. Résumé rétrospectif 1966 et recensements pour la population totale de la France. Les chiffres sont donnés dans le territoire de la France à chaque date.*

La comparaison des taux d'urbanisation obtenus avec la base harmonisée (seuils évolutifs) et avec les définitions officielles de la ville (commune urbaine jusqu'en 1954 puis unité urbaine, seuils de 2000 habitants) montre que l'évolution est plus régulière dans le premier cas, entre 1954 et 1999 (Figure 20). La part de population urbaine s'accroît lentement à partir de 1851 pour dépasser le seuil des 50% non pas au recensement de 1931 (année citée dans les comparaisons internationales, par exemple dans Hohenberg et Lees, p. 285, ou Berry et

Horton 1970, p. 75) mais à celui de 1954. *A partir de 1975, on n'observe non pas un tassement mais un ralentissement, qui s'inscrit dans la continuité de l'élan amorcé après la deuxième guerre mondiale.*

Figure 20 : Evolution du taux d'urbanisation en France (1809-1999) selon les définitions officielles et harmonisées des villes
(Bretagnolle 2009, non publié)



Dans les pays d'urbanisation récente, la question de l'évolution du seuil minimal de l'urbain est moins sensible. Les processus de court-circuitage ont été moins intenses, en raison d'une trame initiale plus lâche (en moyenne une cinquantaine de kilomètres entre deux agglomérations contre une quinzaine dans les pays d'urbanisation ancienne, selon la base Géopolis, Moriconi-Ebrard 1993). En effet, la plupart des villes se sont développées en même temps que les réseaux ferroviaires, par exemple à l'ouest du Mississippi, ce qui permet d'emblée des tailles plus importantes et des superficies desservies plus vastes. A partir d'une étude des villes de l'Iowa, aux 19^{ème} et 20^{ème} siècles, Brian Berry montre que les bourgs construits avant les chemins de fer ont été concurrencés par les stations ferroviaires qui

offraient aux fermiers davantage de centralité. Pour l'année 1879, il observe que « le système des villes-marchés est presque entièrement déterminé par le réseau de chemin de fer » (1971, p. 21). Ces villes-marché ont des tailles minimales relativement élevées (plus de 7000 habitants selon les enquêtes réalisées par l'auteur dans les années 1960, *ibid.* p. 36).

Pour des raisons pratiques, nous avons choisi des seuils plus élevés dans la base harmonisée, car les sources ne permettaient pas toujours de collecter des informations plus précises. Ainsi, nous avons utilisé entre 1900 et 1970 les tableaux fournis pour chaque état dans le recensement de 1970, donnant l'évolution des populations des municipalités de plus de 10 000 habitants (Department of the Interior, 1970). Nous avons donc gardé ce même seuil pour tout le 20^{ème} siècle. D'autres tableaux, construits par C. Gibson (1998) donnent les populations des 100 municipalités les plus grandes depuis 1790. Les plus petites comptent 2500 habitants en début de période, mais le seuil minimal augmente très rapidement et dépasse 10 000 habitants dans la deuxième moitié du 19^{ème} siècle. Nous avons donc fait évoluer notre seuil en tenant compte de ces contraintes, entre 2500 habitants en 1790 et 10 000 habitants en 1870 (Tableau 9 et Figure 21). Il nous semble néanmoins que le seuil de 10 000 habitants est trop élevé pour la fin du 19^{ème} siècle³⁰, et nous espérons pouvoir compléter notre saisie dans les années à venir.

³⁰ Nous en avons eu confirmation, à la suite d'un échange avec William Thomas, professeur d'histoire à l'Université du Nebraska (voir Volume 1, curriculum vitae). Ce dernier préconise plutôt un seuil minimal de 5000 habitants. Notons néanmoins qu'un travail visant à compléter la base harmonisée, en utilisant ce seuil de 5000 habitants, serait considérable : le nombre d'entités serait doublé, passant d'environ 500, en l'état actuel de la base, à environ 1000.

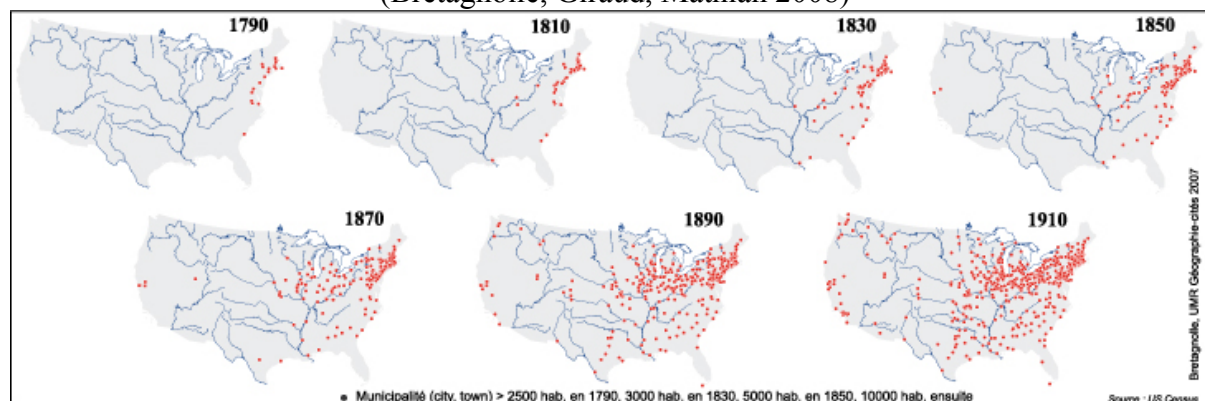
Tableau 9 : Evolution du seuil minimal et du nombre de villes aux Etats-Unis, de 1790 à 2000, d'après la base de données harmonisée
(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)

Années	Seuil minimal	Nombre de villes	Population urbaine totale
1790	2500	21	181 555
1800	2500	30	322 371
1810	2500	41	520 500
1820	2500	50	655 300
1830	3000	68	1 075 825
1840	4000	76	1 659 747
1850	5000	112	3 094 305
1860	8000	126	5 044 053
1870	10000	170	7 565 062
1880	10000	225	10 892 774
1890	10000	336	17 361 632
1900	10000	389	23 732 944
1910	10000	510	33 424 220
1920	10000	565	43 791 461
1930	10000	665	56 595 345
1940 (agglo)	10000	693	60 859 999
1941 (agglo et aires)	10000	629	83 449 437
1950	10000	721	102 998 977
1960	10000	794	134 301 646
1970	10000	835	161 854 491
1980	10000	836	189 574 006
1990	10000	835	215 062 528
2000	10000	931	261 739 386

Sources : Census Bureau, base de données harmonisée

Figure 21 : L'évolution du semis urbain des Etats-Unis, de 1790 à 1910, selon la base harmonisée

(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)



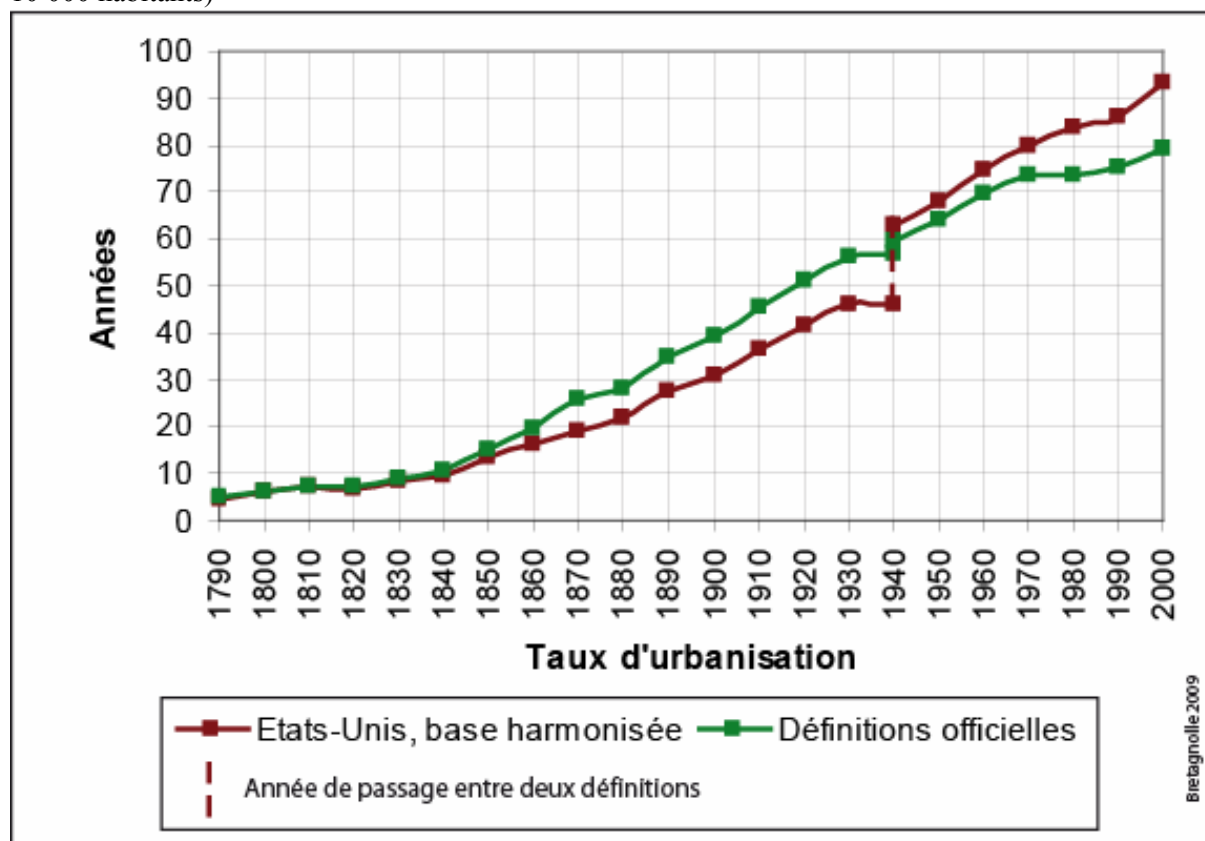
La comparaison des taux d'urbanisation obtenus avec des définitions officielles et harmonisées des villes des Etats-Unis (Figure 22) donne des résultats assez semblables à ceux obtenus pour la France. Jusqu'à dans les années 1940, le nombre d'urbains est moins important dans la base harmonisée en raison du seuil minimal choisi, plus élevé que celui des statistiques officielles (2500 habitants). La tendance est inversée ensuite, grâce à la prise en compte des aires fonctionnelles dans la base harmonisée. Notamment, *le tassement observé à partir de 1970 selon les définitions officielles n'apparaît que sous la forme d'un ralentissement, assez tardif, avec la définition harmonisée.*

Figure 22 : Evolution du taux d'urbanisation aux Etats-Unis (1790-2000) selon les définitions officielles et harmonisées des villes

(Bretagnolle 2009, non publié)

- Définitions officielles : populations vivant dans des municipalités urbaines de plus de 2500 habitants (1790-2000), dans des *urbanized areas* (1950-2000) et dans des *urban clusters* (2000)

- Base harmonisée : municipalités et agglomérations de 1790 à 1940 (seuil évolutif), municipalités, agglomérations, aires métropolitaines et aires micropolitaines de 1940 à 2000 (seuil de 10 000 habitants)



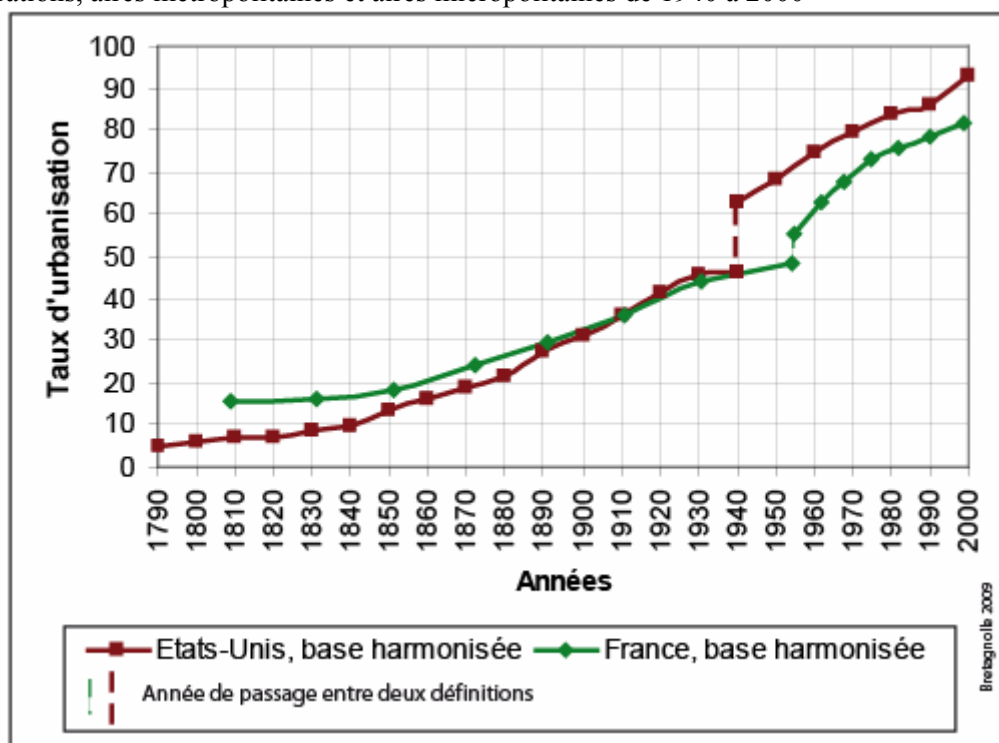
La superposition des taux d'urbanisation obtenus pour la France et pour les Etats-Unis doit être interprétée avec prudence, compte tenu des contraintes évoquées pour haut pour le seuil minimal des villes américaines. Nous les présentons néanmoins car ils mettent en lumière, malgré ce biais, l'intensité du rythme de la croissance urbaine aux Etats-Unis à partir de 1840 (date qui coïncide avec les débuts de la révolution industrielle, Chudacoff 1981). L'écart entre les deux pays se creuse davantage dans les années 1930-1950. Cependant, le rythme particulièrement fort de la croissance urbaine en France dans les années d'après-guerre permet à celle-ci de combler en partie le décalage (Figure 23).

Figure 23 : Taux d'urbanisation en France et aux Etats-Unis, selon les bases harmonisées (1800-2000)

(Bretagnolle 2009, non publié)

- En France : base AGGLO de 1809 à 1954, unités urbaines de l'INSEE de 1954 à 1968, unités urbaines de l'INSEE et aires urbaines de 1968 à 1999

- Aux Etats-Unis : municipalités et agglomérations de 1790 à 1940, municipalités, agglomérations, aires métropolitaines et aires micropolitaines de 1940 à 2000



b Mesures du taux d'accroissement des villes

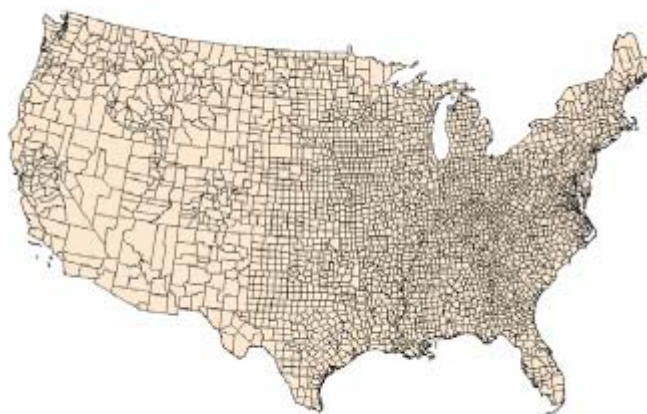
La base de données harmonisée est fondée sur une approche évolutive de la ville, qui accorde un poids important à la croissance urbaine par extension territoriale, en plus de la considération de la croissance par solde naturel et migratoire à l'intérieur du périmètre initial de la ville. Cette approche doit cependant être utilisée avec précaution, notamment pour les périodes récentes : des croissances peuvent être *artificiellement élevées en raison de la taille importante de briques élémentaires qui s'agrègent à une localité urbaine ou de l'agrégation brutale d'un ensemble de mailles, lorsque deux agglomérations multi-communales ou deux aires fonctionnelles se retrouvent réunies dans une même entité à partir d'une certaine date.*

C'est la raison pour laquelle un certain nombre de chercheurs ont adopté une approche fondée sur une délimitation des villes *selon une géométrie constante*, coïncidant généralement avec la date la plus récente. Cette approche est utilisée par exemple aux Etats-Unis par Duncan Black

et Vernon Henderson³¹ (2003) ou dans la base Géopolis par François Moriconi-Ebrard (1993, 1994). Ce dernier la justifie par le « souci de privilégier la continuité dans l'utilisation longitudinale des données » et donne l'exemple de Béthune (1994, p. 81) : entre 1968 et 1975, le taux de croissance moyen annuel atteint 15% lorsqu'on se place à géométrie variable (en raison de la fusion de Béthune et de Bruay-en-Artois) alors qu'il est négatif lorsqu'on se place dans la délimitation de Béthune en 1990. Cependant, comme le reconnaît l'auteur lui-même, cette approche a tendance à surestimer la population des grandes villes en début de période.

D'autres auteurs préfèrent une *délimitation évolutive*, par exemple Linda Dobkins et Yannis Ionnides (2001) qui construisent une base de données sur les aires fonctionnelles des Etats-Unis entre 1900 et 1990 en utilisant les délimitations officielles données à chaque date de recensement, sauf pour l'année 1990 (ils choisissent alors le périmètre de 1980). L'inconvénient majeur est celui souligné à propos de Béthune : un taux peut être artificiellement élevé en raison de l'absorption d'une nouvelle maille, particulièrement peuplée, ou d'une autre ville. Les biais introduits dans les mesures de croissance par l'absorption de nouvelles mailles peuvent être particulièrement importants aux Etats-Unis, caractérisés par des entités élémentaires qui peuvent atteindre la superficie de plusieurs départements français (c'est le cas des *counties* de San Bernardino ou de Tucson à l'ouest du pays, Figure 24 et Salmon 2008 sur les facteurs historiques expliquant cette hétérogénéité des mailles).

Figure 24 : Le maillage des *counties* aux Etats-Unis en 2000 (U.S. Census)



Nous avons donc choisi une troisième approche, qui permet *d'évaluer la croissance dans un périmètre constant entre deux dates successives*, correspondant à celui de la date la plus récente (Paulus 2004, Favaro 2007). Par exemple, le taux calculé entre 1950 et 1960 donne la

³¹ Ces auteurs construisent une base de données sur les populations des aires métropolitaines entre 1900 et 1990. Pour cela, ils partent de la délimitation de 1990 et recalculent les populations à l'intérieur de ce périmètre pour les recensements plus anciens, compris entre 1950 et 1980. Pour les dates antérieures (1900-1940), ils reprennent un travail semblable effectué par D. Bogue (1953), qui rétopole les SMAs dans leur limite de 1950.

croissance de la population à l'intérieur des mêmes limites spatiales, celles de la ville en 1960. Grâce au modèle de données, il est facile de reconstruire les objets villes dans ces limites constantes successives, et de comparer les résultats avec ceux obtenus dans des limites évolutives (Figure 25 et Tableau 10).

Dans le premier cas, on observe une stabilisation des taux dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, marquant une nette reprise après l'affaissement entraîné par la crise de 1929 et par l'instauration des quotas migratoires.

Dans le second cas, *aucune rupture n'apparaît dans la tendance pluriséculaire de l'urbanisation américaine, dont les taux, très forts pendant le « front pionnier urbain »³², s'affaissent ensuite lentement et régulièrement jusqu'aux décennies actuelles pour s'établir dans des proportions semblables à celles d'autres pays développés d'urbanisation ancienne.*

Tableau 10 : Moyenne des taux de variation moyens annuels de la population urbaine aux Etats-Unis, selon la base harmonisée
(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)

Période	TVMA (en %)	Période	TVMA	Période	TVMA délimitation évolutive	TVAM délimitation constante sur deux recensements successifs
1790-1800	3.1	1870-1880	2.7	1950-1960	2.3	1.9
1800-1810	2.8	1880-1890	3.7	1960-1970	1.5	1.1
1810-1820	1.4	1890-1900	2.4	1970-1980	2.3	1.3
1820-1830	2.9	1900-1910	2.9	1980-1990	0.9	0.7
1830-1840	3.3	1910-1920	2.4	1990-2000	2.2	1.1
1840-1850	4.3	1920-1930	2.1			
1850-1860	3.5	1930-1940	0.9			
1860-1870	3.7	1941-1950	1.9			

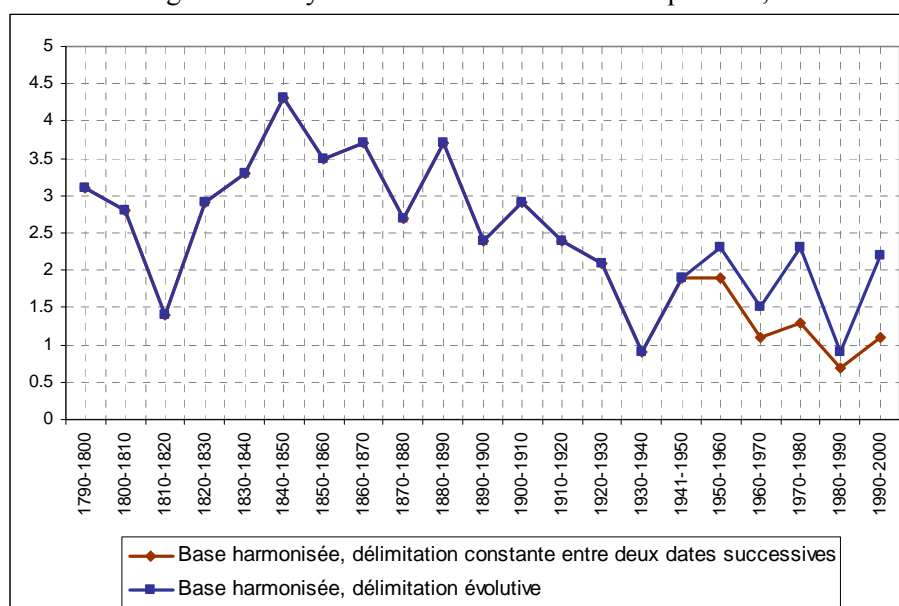
TVMA : Taux de Variation Moyen Annuel. Source : U. S. Census, base de données harmonisée.

³² Cette expression correspond à la traduction de l'anglais « urban frontier », communément employé par les chercheurs américains pour décrire l'apparition des villes par vagues (par exemple Wade, 1959).

Figure 25 : Taux de variation moyen annuel de la population urbaine des Etats-Unis selon la base harmonisée (1790-2000)

(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)

- Il s'agit de la moyenne des taux annuels de chaque ville, en %



Notons que le passage d'une définition à une autre de la ville harmonisée ne soulève pas de problème majeur pour le calcul de la croissance urbaine : il suffit de recenser lors de la date charnière la population des villes selon les deux définitions. Par exemple, pour la base Etats-Unis, les villes sont évaluées à cette même date en tant qu'agglomérations (année 1940 dans la base) puis en tant qu'aires fonctionnelles et agglomérations (années « 1941 » dans la base). La croissance est calculée entre 1930 et 1940, puis entre 1941 et 1950.

c Concentration de la population urbaine

L'étude de la concentration de la population urbaine vise à évaluer l'état ou l'évolution des inégalités entre les tailles des villes. Pour la seconde moitié du 20^{ème} siècle, les avis sont contradictoires. Selon certains, les nouvelles formes de production et d'échange qui accompagnent l'économie post-industrielle, à partir des années 1970, se traduisent par un déclin relatif des grandes villes, signalant ainsi un processus de contre-urbanisation, inédit dans l'histoire des villes (Berry 1976 et 1991, Klaassen 1978 et 1979). Nous avons cependant suggéré que *ce déclin relatif peut être un artefact lié aux instruments et aux méthodes de mesure classiquement utilisés pour évaluer la concentration de la population urbaine*.

Ces instruments de mesure doivent, en effet, être manipulés avec précautions. Parmi les différentes familles d'indices de concentration³³, nous avons montré que les indices d'entropie

³³ Nous évoquons indifféremment dans cette partie la notion d'indice de concentration ou d'indice d'inégalité. Un accroissement du degré d'inégalité au sein d'une distribution de tailles des villes signifie que la population se concentre dans des villes de plus en plus grandes, ce qui révèle en d'autres termes un processus de hiérarchisation des tailles des villes.

ou ceux associés à la courbe de Lorenz (indice de Gibrat, indice de Duncan, indice de Hoover), qui reposent sur des calculs de distance dans des espaces vectoriels dont la dimension correspond au nombre total de villes, doivent être calculés dans des espaces de même dimension si l'on souhaite que la comparaison ait du sens. Or, le nombre total de villes est rarement identique, dans un suivi longitudinal comme dans la comparaison internationale (Bretagnolle 1996 et 1999). Une deuxième famille d'indices est représentée par des paramètres associés à des modèles mathématiques ajustant la distribution des tailles des villes (modèle de Pareto, utilisé couramment en géographie à travers le graphique rang-taille, parfois sous l'appellation de loi de Zipf, ou modèle de Gibrat). En théorie, c'est-à-dire lorsque la distribution des tailles de villes est parfaitement ajustée par une fonction mathématique, le paramètre décrivant le degré de concentration de la population n'est pas sensible au choix du seuil minimal de population. C'est cependant rarement le cas, et nous avons montré qu'une légère convexité dans la fonction de répartition empirique peut s'accroître lorsque la distribution est tronquée pour les petites villes, transformant légèrement les valeurs du paramètre, voire entraînant le rejet du test statistique vérifiant la qualité de l'ajustement (Bretagnolle 1999, p. 103). Nous avons de ce fait suggéré l'utilisation conjointe des deux modèles, celui de Pareto (modèle exponentiel de paramètre négatif) et celui de Gibrat (modèle lognormal), mais aussi de compléter l'interprétation des courbes obtenues par des analyses de taux de croissance par classe de taille (Figure 26 et Tableau 11).

Tableau 11 : Evolution du degré d'inégalité calculé pour les villes françaises définies comme des agglomérations (1809-1999)

(Bretagnolle, Paulus, Pumain 2002)

Années	Degré d'inégalité
1809	0.75
1831	0.75
1851	0.78
1872	0.86
1891	0.92
1911	0.98
1931	1.04
1954	1.06
1954 (unité urbaine)	1.02
1962	1.04
1968	1.07
1975	1.08
1982	1.05
1990	1.04
1999	1.03

NB : l'indice d'inégalité, appelé encore indice de concentration, correspond à la pente (en valeur absolue) de la droite d'ajustement des graphiques rang-taille. Sources : Base AGGLO de 1809 à 1954, Unités urbaines de l'INSEE de 1954 à 1999. N.-B. : la valeur du coefficient de détermination R^2 évaluant la qualité de l'ajustement est supérieure à 0.99 à chaque date. Source : Bulletin des Lois, Dénombrement de la population (Ministère de l'Intérieur) et RGP-INSEE.

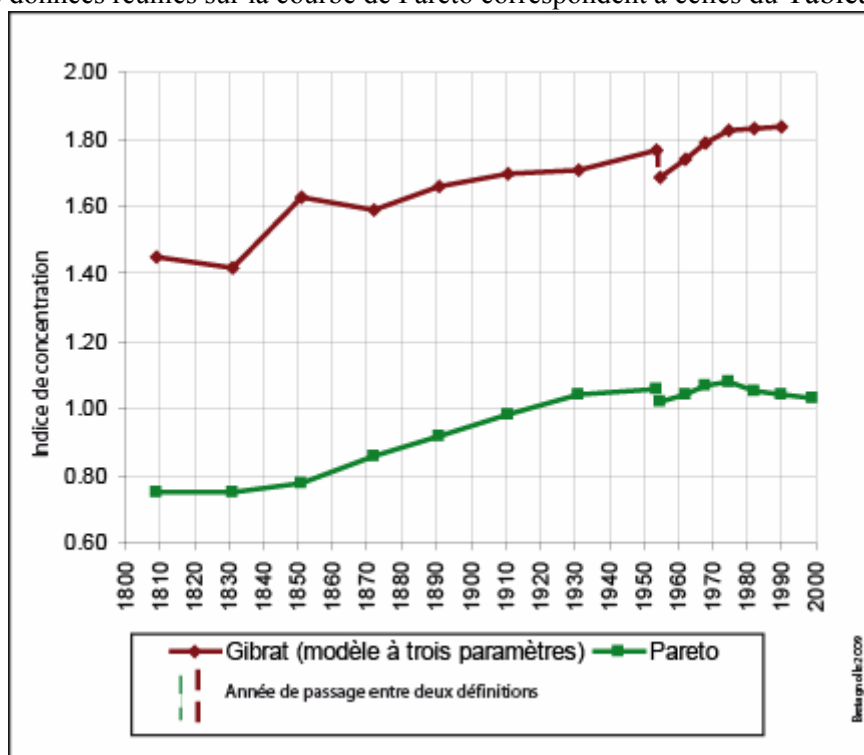
Figure 26 : Evolution du degré d'inégalité entre les tailles des villes en France, définies comme des agglomérations (1809-1999)

(Bretagnolle, 1999 pour Gibrat et Bretagnolle, Paulus, Pumain 2002 pour Zipf)

- Base AGGLO de 1809 à 1954

- Unités urbaines de l'INSEE de 1954 à 1999

Les données réunies sur la courbe de Pareto correspondent à celles du Tableau 11



Les résultats obtenus pour la France révèlent trois phases successives. Une première est caractérisée par une stagnation de la croissance relative des grandes villes, entre 1809 et les années 1830-1850 ; une deuxième correspond à une hiérarchisation progressive des tailles des villes, entre 1871 et 1975 ; enfin, une dernière, qui se prolonge et inclut le recensement de 1999 (Paulus 2004), est caractérisée par une diminution des contrastes de tailles entre les villes, donc un déclin relatif des grandes villes.

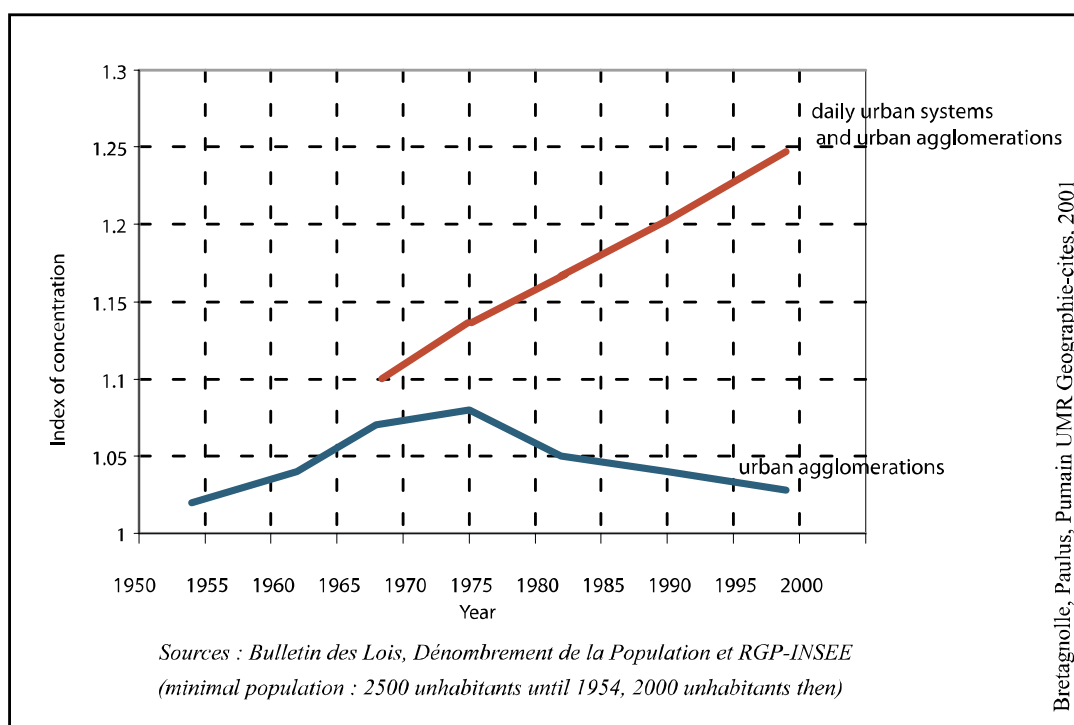
Nous avons cependant fait l'hypothèse que l'affaîssement des valeurs des indices après 1975 n'indique pas la fin du processus de hiérarchisation des tailles de villes mais signifie que *la délimitation spatiale de l'unité urbaine est trop restrictive et ne restitue pas, dans son intégralité spatiale, l'ampleur de la croissance des grandes villes* (Bretagnolle 1999, p. 230). Cette hypothèse a pu être proposée à nouveau, dans une collaboration avec Fabien Paulus et Denise Pumain (2002). Jusqu'en 1954, nous avons utilisé la base AGGLO, présentée plus haut (Bretagnolle 1999 et Tableau 6). Entre 1954 et 1968, ce sont les unités urbaines qui ont été prises en compte, puis, à partir de 1968, les unités urbaines qui existent aussi en tant qu'aires urbaines rétrolées ont été appréhendées comme telles. Comme pour les Etats-Unis, les tests vérifiant la qualité de l'ajustement de cette distribution de tailles de villes, regroupant de manière composite deux types d'objets très différents (unité urbaine, aire urbaine) ont tous

été acceptés (avec une marge d'erreur de 5%). Les résultats montrent que les valeurs de l'indice de concentration s'affaissent lorsqu'on considère les villes définies par la seule continuité du bâti, alors qu'elles s'accroissent régulièrement lorsqu'on utilise des trajectoires harmonisées des grandes villes (Figure 27).

Figure 27 : Evolution du degré d'inégalité entre les tailles des villes françaises, définies selon la base harmonisée et en tant qu'unités urbaines (1954-1999)

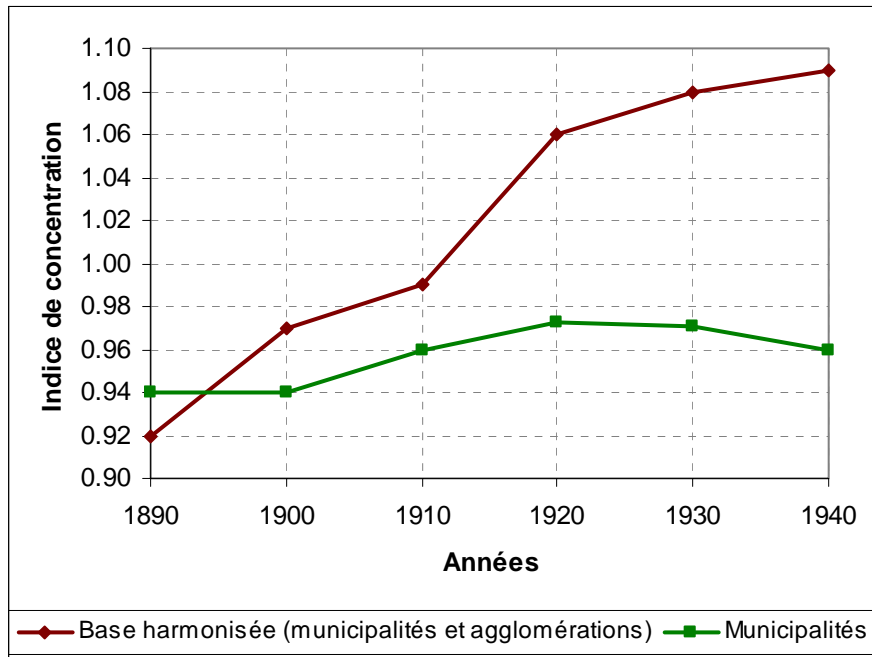
(Bretagnolle, Paulus, Pumain 2002)

- Courbe inférieure : unités urbaines de l'INSEE
- Courbe supérieure : Base harmonisée (unités urbaines et aires urbaines)



Le même type d'expérience a été réalisé récemment avec la base harmonisée des Etats-Unis. La comparaison des résultats obtenus avec cette base et avec d'autres plus classiques, qui abordent la ville comme une simple municipalité urbaine (Zipf 1949, Benguigui et alii 2007, Madden 1955, Batty 2006) est visible sur la Figure 28. L'indice d'inégalité diminue entre 1920 et 1940 avec ces bases, alors qu'il augmente lorsqu'on utilise la base de données harmonisée.

Figure 28 : Evolution du degré d'inégalité entre les tailles des villes des Etats-Unis, définies selon la base harmonisée et en tant que municipalités (1890-1940)
(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)



Au-delà de 1940, on obtient le même type de résultats (Figure 29 et Tableau 12). Les bases de données qui partent de la définition des aires fonctionnelles et couvrent la période 1900-1990 (Dobkins, Ioannides 2000, Black, Henderson 2003) surestiment le périmètre des villes dans la première moitié du 20^{ème} siècle, car elles se fondent sur une reconstruction des aires entre 1900 et 1940 dans les limites spatiales de celles définies par le *Census Bureau* en 1950 (Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008). L'intensité de la croissance des grandes villes est alors sous-évaluée, et les valeurs de l'indice d'inégalité ont tendance à stagner.

Tableau 12 : Evolution du degré d'inégalité entre les villes des Etats-Unis, calculé avec la base de données harmonisée des villes (1890 et 2000)

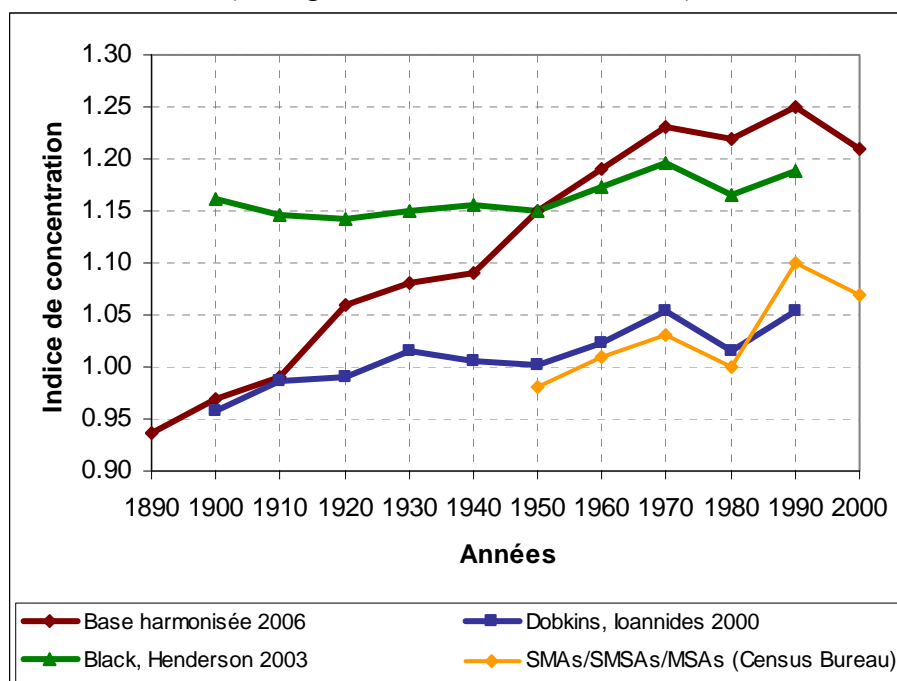
(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)

Années	Pente (valeur absolue) de la droite d'ajustement	Coefficient de détermination (R^2)
1890	0.94	0.99
1900	0.97	0.99
1910	0.99	0.99
1920	1.06	0.99
1930	1.08	0.99
1940	1.09	0.99
1950	1.15	0.98
1960	1.19	0.97
1970	1.23	0.97
1980	1.22	0.96
1990	1.25	0.97
2000	1.21	0.97

NB : l'indice d'inégalité, appelé encore indice de concentration, correspond à la pente (en valeur absolue) de la droite d'ajustement des graphiques rang-taille.

Figure 29 : Evolution du degré d'inégalité entre les tailles des villes des Etats-Unis, définies selon la base harmonisée et trois autres bases (1890-2000)

(Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008)



N-B : les courbes ont été tracées d'après les estimations données par chacun des auteurs cités

Alors que Black et Henderson (2003) concluent que, pour le 20^{ème} siècle, la tendance à la concentration urbaine « n'est pas confirmée » par les valeurs de l'indice, nous obtenons au contraire une hiérarchisation très régulière et forte jusqu'en 1970. La comparaison avec une troisième base, créée par nous en considérant à chaque date les délimitations officielles des aires métropolitaines données par le *Census Bureau*, met en avant un saut brutal, entre 1980 et 1990, qui provient aussi d'un biais dans la délimitation de villes (comme nous l'avons vu plus haut, le recensement de 1990 se caractérise par l'attribution de périmètres extrêmement vastes pour les grandes villes³⁴).

L'utilisation d'une base de données harmonisée suggère donc qu'aux Etats-Unis comme en France, le système des villes se caractérise par une concentration régulière de la population dans des villes de plus en plus grandes. Celle-ci débute au moins à partir de 1890, s'accélère entre 1910 et 1920 puis à partir de 1940.

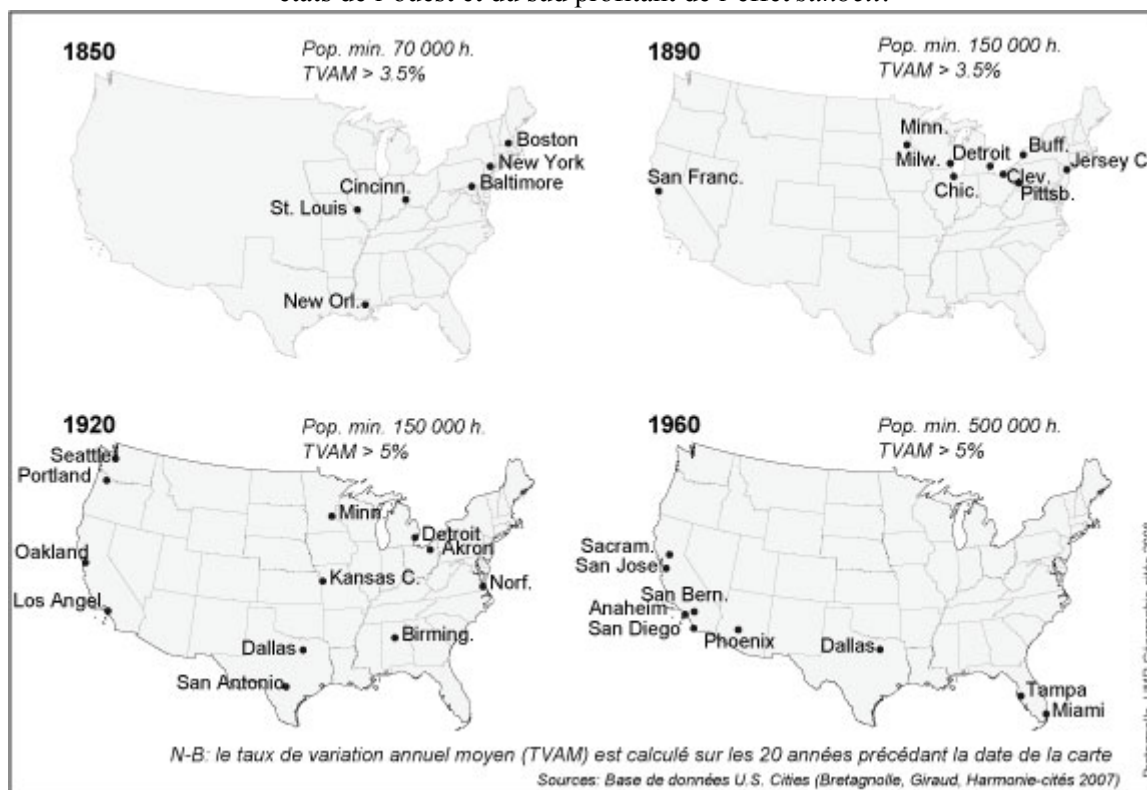
L'originalité des Etats-Unis réside cependant dans l'existence de deux périodes de déconcentration, la première entre 1970 et 1980 et la seconde entre 1990 et 2000. La première ne semble pas liée à des questions de délimitations des villes. L'analyse détaillée des taux de croissance des villes entre 1970 et 1980 montre que les plus grandes, notamment au nord-est (New York, Philadelphie, Boston, Jersey City, Newark, Springfield...) et dans le cœur industriel (Pittsburgh, Cleveland, Milwaukee, Buffalo...) accusent une perte démographique importante entre les deux dates, alors que des villes du sud (en Floride, Nouveau Mexique, Arizona) et de l'ouest (Californie) sont en forte croissance (4 à 5% par an). On trouve là une illustration de l'effet dit « sun-belt », mais qui apparaît aux Etats-Unis avec une intensité toute particulière : dans ce pays, nous avons pu observer depuis le 19^{ème} siècle une croissance extrêmement rapide de toutes petites villes passant en quelques décennies de quelques dizaines à quelques centaines de milliers d'habitants (les exemples de Chicago, San Francisco ou Los Angeles sont connus pour le 19^{ème} siècle, mais on pourrait ajouter pour le 20^{ème} siècle Miami et Tampa, Phoenix et Santa Fe), dans des territoires encore peu exploités et soudain dynamisés par un nouveau cycle d'innovation économique (Bretagnolle et Pumain 2009 à paraître, et Figure 30).

³⁴ La base de données de Dobkins et Ionides, qui utilise aussi les délimitations officielles données par le *Census Bureau* à chaque recensement, évite ce biais en donnant aux aires de 1990 le même périmètre qu'en 1980 (voir Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008).

Figure 30 : Vagues de croissance urbaines mettant en évidence l'émergence brutale de nouvelles métropoles associées à des cycles d'innovation (États-Unis)

(Bretagnolle et Pumain 2009, à paraître)

- Les quatre cycles d'innovation sont : le grand commerce atlantique et fluvial (Mississippi), la première révolution industrielle (région des grands lacs) et la ruée vers l'or (San Francisco), les gisements pétroliers californiens et texans et les villes de l'industrie automobile (Detroit, Akron), les états de l'ouest et du sud profitant de l'effet *sunbelt*.



Le deuxième mouvement de déconcentration (entre 1990 et 2000) est plus difficile à interpréter : celui-ci ne semble pas dû à un déclin des grandes villes, qui sont généralement en croissance et qui enregistrent les taux par classe de taille les plus forts. Deux hypothèses peuvent être avancées et demandent à être testées. La première est fondée sur les changements de critères de définition des aires fonctionnelles en 2000 : à partir de cette date, les briques de base de ces aires qui étaient encore des *sub-counties* dans les états de la Nouvelle Angleterre deviennent exclusivement des *counties*, ce qui entraîne un certain nombre de réajustements autour des plus grandes villes.

La deuxième piste de réflexion repose sur l'observation des systèmes de mobilité : en 2000, le *Census Bureau* crée une nouvelle définition, appelée *Combined Statistical Areas* (CSA), qui regroupe, dans les aires métropolitaines les plus importantes, les aires contigües liées par des critères de mobilité quotidienne et d'emplois (Bretagnolle, Giraud, Mathian 2008). Par exemple, la CSA créée autour de New York (New York-Newark-Bridgeport) regroupe 22 millions d'habitants en 2007, au lieu des 19 millions de la MSA. Il s'agit de formes plus polycentriques, qui tiennent compte (comme pour les aires multipolarisées en France) des liens complexes qui se tissent aujourd'hui entre les centres et les périphéries. L'émergence de

ces nouvelles formes peut, s'il se confirme dans le futur, nous amener à considérer un niveau d'agrégation supérieur dans les bases de données harmonisées à partir de la fin du 20^{ème} siècle.

2.4 Bases de données urbaines en Europe et pistes de recherche

Dans le cadre de l'ANR Harmonie-cités et du programme ESPON Data Base, nous travaillons actuellement sur plusieurs bases de données proposant des délimitations de villes à l'échelon de l'Europe, aux 19^{ème} et 20^{ème} siècles. Pour la première moitié du 19^{ème} siècle, il s'agit de la base construite par Paul Bairoch et ses collaborateurs (1988), qui donne une population en 1800 et en 1850. Ensuite, nous nous appuyons sur la base Géopolis, de François Moriconi-Ebrard, qui reconstruit les agglomérations européennes de plus de 10 000 habitants de 1950 à 1990 dans leur délimitation de 1990. Pour les dates les plus récentes, nous avons ouvert un chantier visant à évaluer l'intérêt des images satellitales pour la délimitation d'agglomérations morphologiques (base UMZ, *Urban Morphological Zones*, réalisée par l'Agence Européenne pour l'Environnement et projet GRUMP, *Global Rural-Urban Mapping Project*, réalisé par le CIESIN, Center for International Earth Science Information Network, Columbia University, New York). Enfin, pour les années 1990 et 2000, nous collectons et expertisons les bases de données constituées dans le cadre de l'Union Européenne, celles de l'Audit Urbain et celles émanant des projets ESPON.

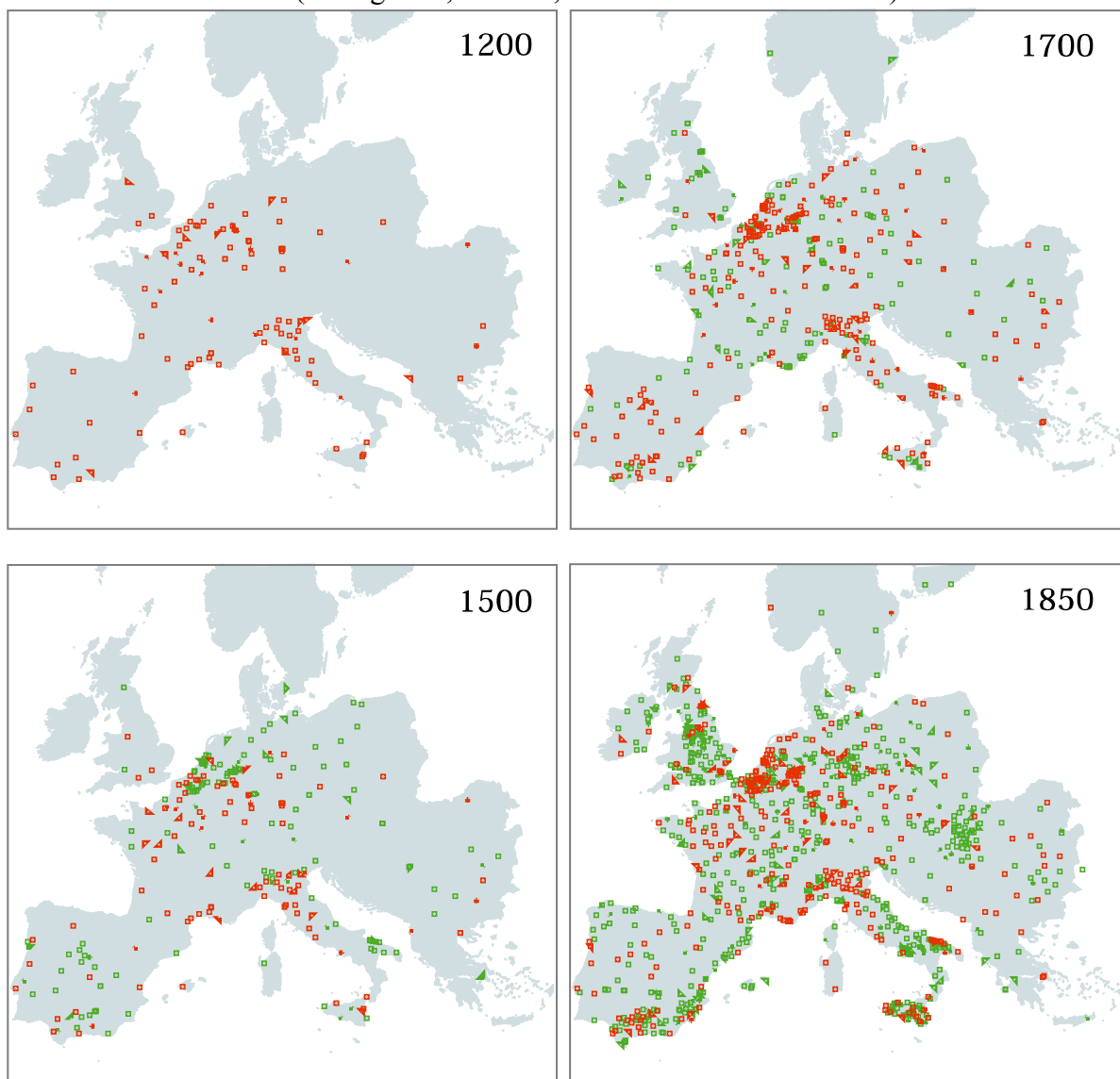
a Bases Bairoch, Géopolis et autres sources (1800-1990)

La base de données construite par Paul Bairoch et ses collaborateurs (1988) rassemble les populations des 2200 villes d'Europe (Russie comprise) qui ont compté, une fois au moins, 5000 habitants entre l'an 800 et 1800. Les informations utilisées sont issues de recensements, de chiffres publiés par des chercheurs ou de bases de données plus anciennes, celle de Jan De (1984) ou celle de T. I. Chandler et G. Fox (1976). Les villes sont définies selon deux types de critères, lorsque les informations sont disponibles. Tout d'abord, des critères d'agglomération urbaine : « La ville inclut la population non seulement de la ville proprement dite, mais également des 'faubourgs, des 'banlieues', 'communes', 'hameaux', 'quartiers' etc. qui lui sont directement adjacents » (p. 289). Les auteurs ne fournissent cependant pas d'information sur les entités composant les grandes villes, ou sur les sources permettant de réaliser ces agrégations³⁵. Ensuite, des critères socio-économiques : dans certains pays, comme la Hongrie ou l'Italie du sud, de véritables villages de plus de 10 000 habitants existent et ont été écartés de la base. Pour des raisons de fiabilité des sources, les auteurs

³⁵ Paul Bairoch défend l'idée d'un travail *a minima*, pour en permettre la faisabilité : « La méthode de travail utilisée durant ces années a été très artisanale. En fait, je me contentais (...) de remplacer un chiffre chaque fois qu'une source plus récente en proposait un autre, mais sans relever systématiquement la référence (sauf lorsque celle-ci fournissait plus de huit renseignements différents) » (Bairoch et *alii*, 1988, p. xii). Malgré toute l'admiration que nous portons au travail impressionnant de Paul Bairoch, nous n'adhérons pas à ces principes, qui empêchent toute traçabilité et toute reproductibilité de la base, deux qualités rendues pourtant possibles par un couplage des compétences entre thématiciens et de spécialistes des bases de données.

suggèrent d'utiliser le seuil minimal de 10 000 habitants dans l'exploitation de la base de données. Le nombre total de villes est alors de 618 en 1800 et 967 en 1850 (Figure 31).

Figure 31 : Evolution du semis des villes en Europe selon la base Bairoch (1200-1850)
(Bretagnolle, Pumain, Vacchiani-Marcuzzo 2007)



A. Bretagnolle ©UMR Géographie-cités - 2006

Source: Bairoch et al. / 1988

- Agglomérations de plus de 10 000 habitants
- Agglomérations ayant dépassé le seuil de 10 000 habitants depuis la date de la carte précédente

L'utilisation de la base pour l'année 1850 introduit cependant un biais non négligeable, souligné par les auteurs eux-mêmes. Seules sont recensées pour cette année les villes qui ont dépassé 5000 habitants au cours des dates précédentes (Bairoch et alii 1988, p. ix). Comme le reconnaissent les auteurs eux-mêmes, cela conduit à sous-estimer largement le nombre des villes dans un pays comme la Grande-Bretagne, déjà engagé dans la révolution industrielle et caractérisé par l'apparition de nombreuses villes au milieu du 19^{ème} siècle. Lors du

dépouillement de deux volumes du recensement anglais de 1901, nous avons pu constater que nombre de villes n'étaient pas mentionnées dans la base Bairoch. Un travail visant à compléter cette base pour le milieu du 19^{ème} siècle s'impose donc, si l'on souhaite l'exploiter non seulement pour l'année 1850 mais aussi la prolonger dans les décennies suivantes (Tableau 13).

Tableau 13 : Recensements de population dans la deuxième moitié du 19^{ème} siècle en Europe
(Bretagnolle 2009, non publié)

Pays	Date
Albanie	1916-1918
Allemagne	1840 à 1871, selon les régions
Angleterre	1851, décennal
Belgique	1846, décennal
Danemark	1840, 1860, puis décennal ou quinquennal
Empire Austro-Hongrois	1869 (Hongrie 1855)
Espagne	1857, 1877
France	1851, quinquennal
Grèce	1853, 1861, 1870, 1881
Irlande	1851, décennal
Italie	1861, décennal (sauf 1891).
Luxembourg	1839, quinquennal
Norvège	1855, décennal
Pays-Bas	1849, décennal
Portugal	1864 puis 1878, 1900
Roumanie	1838 puis 1859-60 et 1899-1900
Suède	Voir dans Sundbärg 1907
Suisse	1850, décennal

Sources : Goyer, Draaijer 1992, Bairoch et alii 1988, Moriconi-Ebrard 2000 p. 25, Moriconi-Ebrard et alii 1999, p. 122

A l'échelon de l'Europe, *il n'existe aujourd'hui aucune base de données harmonisée restituant la population de l'ensemble des villes entre 1850 et 1950*. Dans les tableaux constitués par Jean-Luc Pinol et François Walter, le nombre total de villes de plus de 10 000 habitants en 1900, qui serait de 2532, repose sur une simple estimation donnée par François Moriconi-Ebrard (Pinol et Walter 2003, p. 32 et note 1 p. 32). Dans les écrits de Paul Bairoch (1985, 1997, 1997), des tableaux de villes avec leur population sont donnés seulement pour celles de plus de 400 000 habitants, en 1913. Ceux publiés par François Moriconi-Ebrard concernent les villes de plus de 500 000 habitants (2000, pp. 71-72).

Dans le cas de bases de données non harmonisées, construites à partir des définitions nationales des villes, la situation n'est guère différente. Un certain nombre de compilations

enregistrent les populations des villes européennes au début du 20^{ème} siècle à partir des recensements de population, mais il s'agit seulement des plus grandes (Weinreb 1902, Mitchell 2003, Lahmeyer 2008). On peut néanmoins citer le travail du statisticien et démographe suédois Gustav Sundbärg (1906), qui donne la population des villes européennes de plus de 50 000 habitants, voire 10 000 ou 20 000 pour certains pays, avec indication des « faubourgs » pour certaines agglomérations (pp. 15-18). Londres est évaluée à 7,01 millions d'habitants (4,5 dans Weinreb ou Mitchell), Paris à 3 millions (au lieu de 2,66) et Berlin à 2.86 millions (contre 1,88). Les écarts entre les chiffres de Sundbärg et ceux de François Moriconi-Ebrard (2000) sont inférieurs à 10%.

Lorsque nous avons évalué les possibilités de construire une base de données des agglomérations européennes qui ferait le lien entre celle de Paul Bairoch et la base Géopolis de François Moriconi-Ebrard, plusieurs difficultés sont apparues.

Un premier obstacle est inhérent à la base Géopolis elle-même. Tout d'abord, la documentation de cette base est peu explicitée. Les ouvrages publiés par l'auteur (Moriconi-Ebrard 1993 et 1994) fournissent des critères très généraux, tels que le seuil minimal de 10 000 habitants, le critère d'espacement maximal de 200 mètres (évalué à partir de cartes ou de photographies aériennes) ou l'utilisation d'une délimitation constante calée sur l'année 1990. Les choix opérés à des échelons plus fins, en fonction des sources statistiques disponibles par exemple, sont rarement donnés. En outre, l'utilisation d'une délimitation constante est problématique pour les dates les plus anciennes. En effet, à l'intérieur de cette limite, les populations de toutes les communes sont additionnées à chaque date comprise en 1950 et 1990, qu'elles soient urbaines ou rurales, ce qui conduit à sur-estimer les populations et les surfaces pour les décennies précédant le mouvement de péri-urbanisation, soit 1950 et 1960. Il n'est donc pas possible de se caler sur le périmètre des villes selon la base Géopolis pour guider la construction des agglomérations entre 1850 et 1950. Enfin, les publications entourant la base ne donnent aucune information sur la composition des agglomérations multi-communales.

Une deuxième source de difficultés réside dans la collecte de données pour les années 1850-1950. Comme nous avons pu le constater en examinant les archives autour de 1900, il est parfois impossible de localiser les communes citées en utilisant le fond actuel des NUTS 5. Les maillages ont beaucoup évolué dans certains pays d'Europe, par exemple à l'occasion de réformes administratives (la Belgique en 1977, l'Angleterre en 1974, la Grèce en 1997, mais aussi le Portugal, l'ex Yougoslavie, le Danemark ou d'autres, voir Moriconi-Ebrard et Hubert 1999) ; en outre, les mailles ont souvent été modifiées localement, par des annexions, des fusions ou des créations, ce qui implique la mise en place de méthodologies particulières pour assurer leur suivi (Ben Rebah 2008, Moriconi-Ebrard et Jean-Paul Hubert 1999). Nous testons actuellement une base de données téléchargeable sur internet, fournissant des toponymes géo-référencés à un niveau plus fin que celui des NUTS 5, et pour l'ensemble des pays d'Europe

(<http://www.geonames.com/ita/index.html>). Cette base de données soulève néanmoins des questions d'exhaustivité et de fiabilité des données³⁶.

Une troisième difficulté concerne la construction d'agglomérations morphologiques. Même en utilisant, comme aux Etats-Unis, le seuil relativement élevé de 10 000 habitants en 1900, nous pouvons estimer à plus de 2000 le nombre d'agglomérations pour l'ensemble des pays d'Europe (Tableau 14), et ce nombre est d'environ 5000 en 1950, d'après la base Géopolis. Si l'on arrive à régler le problème du géo-référencement des toponymes, il reste celui des sources sur les réseaux de transport ferroviaires suburbains. Celles-ci doivent être collectées pour toutes les grandes villes d'Europe entre 1870 et 1950 pour pouvoir transposer la méthode de construction de grappes mise au point pour les Etats-Unis.

³⁶ La plupart des données géographiques proviennent du NGA GEOnet Names Server (GNS) (<http://earth-info.nga.mil/gns/html/index.html>). Elles sont complétées par des correspondants locaux établis dans chaque pays d'Europe. Pour la France, certains résultats sont curieux et indiquent une large diversité des sources utilisées.

Tableau 14 : Dénombrement des agglomérations ou municipalités urbaines de plus de 10 000 habitants en Europe, autour de 1900

(Arrault, Bretagnolle 2008, non publié)

Pays	Nombre d'entités de plus de 10 000 hab.
Albanie (nord)	3 <i>stadtgemeinde</i>
Allemagne	250 à 300 <i>stadtgemeinde</i>
Angleterre	334 <i>county boroughs, municipal boroughs, urban districts</i> en 1901 (Law, 1967)
Belgique	34 communes (1890)
Bosnie-Herzégovine	4 <i>stadtgemeinde</i> .
Danemark	10 <i>by</i> (paroisse urbaine) et agglomération de Copenhague
Espagne	48 <i>capitales</i>
France	160 agglomérations en 1901 (Base INED)
Irlande	21 <i>cities</i> et <i>urban districts</i>
Islande	Aucune town ne dépasse 10 000 habitants
Italie	Non dénombré
Luxembourg	2 communes, dont canton Luxembourg
Norvège	13 (Sundbärg, 1906)
Portugal	9 <i>ciudades</i>
Roumanie (Royaume + Transylvanie)	38 <i>commune urbane et municipii</i>
Serbie	8 communes urbaines
Suède	25 communes et agglomérations (Sundbärg, 1906)
Suisse	19 agglomérations

BN : Bibliothèque Nationale et ouvrages. Les recensements relatifs à la Grèce (1913, BN), la Hongrie (1891), l'Autriche (1890), les Pays-Bas (1899) et la Pologne n'ont pas été dépouillés, principalement pour des raisons linguistiques.

Un travail considérable doit donc être envisagé si l'on souhaite faire le lien entre la base Bairoch et la base Géopolis pour les recensements compris entre 1850 et 1950. Pour les prochaines années, nous proposerons à des étudiants de master 1 ou de master 2 de travailler sur un pays en particulier, bien renseigné par des sources abondantes et/ou des travaux menés par des chercheurs : par exemple la Belgique, le Danemark, l'Espagne, l'Italie, la Suisse ou le Portugal. En fonction des résultats obtenus, nous réévaluerons la possibilité de monter un programme plus ambitieux, en nous associant à des projets internationaux.

*b L'apport des images satellitales pour délimiter les agglomérations européennes
(1990-2000)*

Dans les dernières années, plusieurs projets ont porté sur la délimitation d'agglomérations à partir d'images satellitales selon des méthodes semi-automatiques et ouvrent, nous semble-t-il, des pistes extrêmement intéressantes pour l'avenir. Nous en avons examiné deux.

Le projet GRUMP (Global Rural-Urban Mapping Project) est réalisé par le CIESIN (Center for International Earth Science Information Network, Columbia University, New York) et développe une méthodologie associant plusieurs étapes.

Une première recense les bases de données sur des localités (*Human settlement*) de chaque pays. Il s'agit par exemple de la base DCW (*Digital Chart of the World Population Places*), diffusée à partir de 1993 par ESRI, ou de la base WCP (*World Cities Populations*) construite par Thomas Brinkhoff (Brikback College en Allemagne). Le nombre total de localités obtenues est cependant très variable, d'un pays à un autre, ce qui constitue une source d'imprécisions. Pour la France, les localités considérées sont les aires urbaines, ce qui porte à 348 seulement leur nombre. En Allemagne, ce sont 1132 points qui sont utilisés, 447 au Royaume-Uni (données en ligne sur le site <http://sedac.ciesin.columbia.edu>).

Une deuxième source d'imprécision concerne les images satellitales utilisées dans la deuxième étape des traitements. Il s'agit en effet d'images prises de nuit dans le cadre du DMSP-OLS (Defense Meteorological Satellite Program – Operational Linescan System). Elles offrent d'intéressantes perspectives pour les pays en développement caractérisés par un couvert végétal dense (les lumières permettant de repérer les maisons malgré la végétation), mais leur apport est plus discutables pour l'Europe. A partir de ces images, des polygones représentant les contours des villes sont tracés. Pour les petites villes qui n'apparaissent pas sur les images satellitales, l'information est complétée à l'aide des points de peuplement mentionnés plus haut. Des populations sont ensuite attribuées : pour les villes localisées précisément sur les images, une zone-tampon (*buffer*) de 3 km est définie autour des polygones pour tenir compte de la marge d'erreur associée généralement aux images de nuit. On additionne ensuite la population des localités de plus de 1000 habitants qui se situent à l'intérieur de la zone-tampon. Pour les villes dont les contours apparaissent moins nettement, la population qui leur est attribuée est celle des points de peuplement et leur superficie est estimée à l'aide des paramètres résultant d'une régression effectuée sur les populations et surfaces des villes associées à des polygones.

Enfin, l'information est généralisée à l'ensemble du territoire grâce à une grille de population appelée GPW (*Gridded Population of the World*, version deux³⁷, Deichmann, Balk, Yetman 2001). Cette grille permet une « conversion de données collectées dans des unités administratives ou politiques en ce qu'elles seraient dans un système uniforme, tel qu'un ensemble de quadrilatères latitude-longitude » (p. 1). Différents types d'unités administratives sont utilisés pour l'Europe. Pour la France, il s'agissait des cantons en 2001 mais d'après le site du CIESIN il semble qu'il s'agisse aujourd'hui des communes.

³⁷ Une première version a été réalisée par Walter Tobler et des collaborateurs en 1997 (Tobler et *alii* 1997) à Santa Barbara (Californie).

Au vu des informations collectées sur le projet GRUMP en Europe, nous avons préféré nous centrer sur la base de données des UMZ. Différents éléments, que nous présentons ici, nous ont convaincu du potentiel qu'offrait ce projet.

Les UMZ (*Urban Morphological Zones*) ont été créées en 2004 par l'Agence Européenne de l'Environnement³⁸ (EEA 2008). Il s'agit de zones de bâti continu, délimitées de manière automatique à partir de l'extension des espaces bâtis de la base CORINE Land cover (CLC 1990 et CLC 2000, Guérois 2003 et Figure 32). Pour l'année 2000, les UMZ couvrent les 27 Etats de l'Union européenne, ainsi que 4 pays des Balkans (Albanie, Bosnie-Herzégovine, Croatie, Macédoine). Tout comme la base CLC, le fichier des UMZ est téléchargeable gratuitement à partir du site web de l'AEE³⁹. Dans cette base, chaque UMZ correspond à un polygone associé à un identifiant unique (code de 5 chiffres) et à une superficie.

Figure 32 : Les taches bâties continues, un extrait de la base Urban Morphological Zone (Agence Européenne de l'Environnement)



Sources : Rapport du projet Harmonie-cités 2008 (groupe UMZ) et European Topic Center Terrestrial Environment, 2007

La construction des UMZ a été réalisée de manière systématique à partir d'un critère de continuité du bâti appliqué à l'image CORINE Land cover⁴⁰. Chaque UMZ correspond ainsi à un agrégat d'espaces bâtis distants de moins de 200 mètres. Ces espaces bâtis renvoient à plusieurs modes d'occupation du sol de la nomenclature CORINE : sont non seulement identifiés comme tels les zones classées dans la catégorie « tissu urbain » (continu ou discontinu), mais aussi les zones industrielles et commerciales, les espaces verts urbains, certains espaces forestiers, ports, aéroports et équipements sportifs, réseaux routiers et

³⁸ Les travaux que nous menons sur les UMZ ont débuté en février 2008, dans le cadre de l'ANR Harmonie-cités, en collaboration avec Marianne Guérois, Timothée Giraud et Hélène Mathian.

³⁹ *Urban Morphological Zones 2000*, <http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadetails.asp?id=995>.

⁴⁰ *Urban Morphological Zones 2000 Version F1v0. Definition and procedural steps*, Roger Milego, Février 2007, <http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadetails.asp?id=995>.

ferroviaires⁴¹ (Guérois 2003). Le protocole de construction des UMZ s'appuie sur une version raster de l'image des espaces bâtis, avec des pixels de 100 mètres sur 100 mètres. Cette grille est plus fine que celle des images CLC elles-mêmes (25 hectares en général et 10 hectares pour les zones bâties, soit une surface d'environ 300 mètres sur 300 mètres). L'agrégation des zones bâties distantes de moins de 200 mètres s'effectue à l'aide d'un processus automatisé de dilatation-érosion (Figure 33) : dans la dilatation, on augmente d'un pixel, soit 100 mètres, le contour de chaque tache urbaine. Si deux taches urbaines se touchent alors (espacement de 200 mètres ou moins), les pixels ajoutés qui assurent la jonction entre ces taches sont maintenus même lors de l'opération d'érosion, qui consiste à retirer les pixels ajoutés lors de la dilatation (sur l'exemple de la figure, la tache centrale est désormais rattachée à la tache principale située à gauche).

Figure 33 : La délimitation des UMZ à partir des zones bâties au format raster (processus de dilatation-érosion)



Sources : *Rapport du projet Harmonie-cités 2008 (groupe UMZ), European Topic Center Terrestrial Environment, 2004*⁴²

Si la base UMZ fournit des indications précieuses sur les contours de zones urbaines définies selon des critères de continuité du bâti, plusieurs éléments rendent son utilisation délicate. A ce jour, d'ailleurs, elle n'a encore jamais été utilisée comme une base de données sur les villes, mais a servi essentiellement à donner des estimations sur l'emprise du bâti.

Tout d'abord, la résolution minimale des images, évoquée plus haut, est moins fine que celle des photographes aériennes utilisées par exemple par l'INSEE en France ou par le Bureau de la Statistique du Danemark pour délimiter les agglomérations. Cela peut entraîner une sous-estimation de la surface des agglomérations, car de petites taches qui assurent la continuité morphologique entre deux plus grosses ne sont pas toujours prises en compte dans la base UMZ.

⁴¹ Un premier « cœur bâti » est construit à partir des catégories tissu urbain, zones industrielles et commerciales, espaces verts urbains. Les zones portuaires et aéroportuaires sont agrégées à ce « cœur bâti » si elles le jouxtent, l'ensemble formant alors le « cœur bâti élargi ». A ce « cœur bâti élargi » sont ajoutés les axes routiers et ferroviaires situés à proximité (zone-tampon de 300 mètres).

⁴² EEA, 2004, *Urban morphological zones : definition, methodological approach and results*, <http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadetails.asp?id=720&i=1>.

Ensuite, aucun nom n'est associé aux UMZ, ce qui nécessite la mise en place de méthodologies particulières. On peut certes utiliser des règles simples, par exemple l'attribution du nom de la commune la plus peuplée s'étendant à l'intérieur de la zone bâtie, mais cela suppose tout d'abord de disposer d'un fond administratif qui se cale bien avec celui des UMZ, ensuite de faire différentes requêtes spatiales portant sur la localisation des centroïdes des communes et des UMZ, enfin d'apporter une expertise complémentaire dans certains cas compliqués (les agglomérations transfrontalières par exemple). Des méthodes allant en ce sens ont été développées par Marianne Guérois et Timothée Giraud au printemps 2008.

En outre, il faut pouvoir associer une population aux UMZ, alors que plusieurs s'étendent souvent à l'intérieur des mailles dans lesquelles sont diffusées les statistiques élémentaires (NUTS 5). Un travail précieux a été mené par le Centre de recherches de la Commission européenne (*Joint Research Center*, Gallego 2007) et consiste dans l'élaboration d'une grille de densité de population, d'une résolution de 100 mètres sur 100 mètres. Cette grille s'appuie sur les zones d'occupation du sol représentées dans CORINE Land cover pour désagréger les populations communales à un échelon d'observation infra-communal. A chaque catégorie d'occupation du sol est associé un coefficient de pondération qui indique quelle doit être la part de la population communale réaffectée à chaque classe, ces coefficients ayant été estimés à l'aide de régressions multiples. Cette grille nous semble particulièrement intéressante pour les pays d'Europe du Nord, dans lesquels la superficie des mailles de type NUTS 5 est très grande (Tableau 15).

Tableau 15 : Superficie des mailles administratives de type NUTS 5 dans les différents pays de l'Union Européenne
(Projet Harmonie-cités 2008, Girault, Guérois, Bretagnolle, Mathian)

Pays	superficie du Pays (en km ²)	superficie moyenne*	écart-type des superficies	coefficient de variation	superficie minimale*	superficie maximale *	nombre d'unités
Malte	315	5	5	1,1	0,16	27	68
République Tchèque	78606	13	16	1,3	0,25	494	6233
Slovaquie	48881	14	14	1,0	0,42	188	3533
Suisse	41168	14	24	1,7	0,07	344	2923
Lichtenstein	160	15	10	0,7	3,64	30	11
France	547763	15	15	1,0	0,04	766	36579
Chypre	9245	15	14	0,9	0,29	153	616
Irlande	69981	20	14	0,7	0,04	126	3441
Portugal	92163	22	35	1,6	0,02	442	4222
Luxembourg	2587	22	14	0,6	5,22	114	118
Royaume-Uni	247782	22	66	3,0	0,07	2028	11141
Allemagne	356422	24	30	1,2	0,21	887	14747
Hongrie	92835	29	36	1,2	0,70	489	3154
Autriche	83685	36	38	1,1	0,12	466	2352
Italie	300892	37	51	1,4	0,17	1501	8106
Belgique	30549	52	38	0,7	1,10	214	589
Espagne	505415	62	93	1,5	0,02	1748	8184
Roumanie	237941	81	58	0,7	3,22	761	2935
Pays-Bas	41366	82	91	1,1	1,82	763	504
Slovénie	20222	105	95	0,9	6,92	562	192
Lettonie	64286	115	69	0,6	2,85	556	557
Pologne	311457	125	78	0,6	3,40	628	2490
Grèce	131918	128	107	0,8	0,71	872	1032
Danemark	43145	155	101	0,7	0,19	558	278
Estonie	45081	180	152	0,8	1,86	1576	251
Bulgarie	110868	423	250	0,6	32,88	1361	262
Finlande	371614	822	1411	1,7	5,98	17212	452
Norvege	410030	940	987	1,0	44,70	9639	436
Lituanie	64992	1083	588	0,5	9,17	2210	60
Suede	528450	1835	2830	1,5	7,59	20547	288
TOTAL	4889820,123	42	221	5,2	0,02	20547	115754
Andorre**	463	463					1
Gibraltar**	6	6					1
Russie**	14566	14566					1
Saint-Marin**	62	62					1
Vatican**	1	0,9					1

* de l'unité administrative du niveau le plus bas (en km²)

** pas pris en compte car trop peu d'unités

	maximum
	minimum
	médianes

L'élaboration de la grille est néanmoins complexe, et plusieurs versions ont été proposées successivement. La dernière à ce jour⁴³ est appelée V4.1 (Gallego 2007) et donne de meilleurs résultats que la grille V3 lorsqu'on compare les populations données dans le périmètre des UMZ et celles données pour les *urban areas* du Danemark et les unités urbaines françaises. Cependant, c'est la version précédente qui est utilisée dans la base UMZ 2000 téléchargeables sur le site. Dans tous les traitements statistiques que nous réalisons, la population des UMZ ne correspond donc pas à ces populations mais à celles que nous avons recalculées à partir de la

⁴³ Dans la dernière version de la grille de population, les coefficients ont été rectifiés à l'aide d'une base de sondage sur la mise en valeur agricole des terres (LUCAS / *Land Use Cover Area frame statistical Survey*), qui donne des renseignements plus précis sur la répartition de la population dans les zones de peuplement dispersé. De plus, les coefficients diffèrent selon le type de communes (stratification des communes en type urbain dense, urbain discontinu, rural...).

grille V4.1. Celle grille n'existant pas pour la décennie précédente, il n'est pour le moment pas possible de suivre les populations des UMZ en 1990 et en 2000.

Une deuxième série de travaux a été réalisée pour comparer les résultats de la base UMZ 2000 avec ceux obtenus à partir d'autres bases de données morphologiques bien documentées. Plusieurs pays ont été retenus, la France, le Danemark, la Suède et l'Italie (pour laquelle nous disposons de la base construite par Giovanni Rabino, voir Figure 8). Nous n'avons pas souhaité commencer l'exploration de la base UMZ par la Belgique (pays de petite taille et densément urbanisé, ce qui conduit à des cas compliqués d'agglomérations morphologiques contiguës, par exemple pour Bruxelles, Anvers et Gand), ni par la Grande-Bretagne et l'Irlande, où les périmètres d'agglomérations morphologiques sont extrêmement complexes.

Dans le cas de l'Italie, la comparaison de la base UMZ avec celle de Giovanni Rabino a permis de montrer que les agglomérations italiennes avaient été délimitées aussi à partir des images CORINE Land cover selon des méthodes très proches de celles utilisées pour la base UMZ. La superposition des taches urbaines obtenues dans les deux bases donnant des résultats quasiment identiques, nous n'avons pas continué dans cette voie.

Les travaux menés sur la France et le Danemark ont donné des résultats plus intéressants. Dans ces deux pays, les agglomérations morphologiques sont définies depuis plusieurs décennies (1962 en France, 1976 au Danemark), à partir de photographies aériennes, de cartes topographiques et de relevés sur le terrain. Le critère d'espacement maximal de 200 mètres est utilisé, comme pour la base UMZ, mais les sources sont différentes : les images CORINE Land cover ne sont jamais prises en compte, même pour les recensements les plus récents⁴⁴ (1999 en France, 2001 au Danemark). En outre, le fait de travailler simultanément sur le Danemark et la France présente un intérêt supplémentaire, en termes de maillages. En effet, la France est caractérisée par des mailles communales extrêmement petites (en moyenne 15 km², voir Tableau 15) et donc par de nombreuses agglomérations multi-communales⁴⁵, alors que le Danemark contient des mailles beaucoup plus vastes (en moyenne 155 km²). A l'exception de Copenhague, les zones bâties en continuité (*urban areas*) s'étendent principalement à l'intérieur des limites d'une même maille communale (Nuts5) et aucune agglomération multi-communale n'est définie officiellement au Danemark.

Dans le cas du Danemark, les UMZ ont pu être directement comparées avec les *urban areas*, en les superposant dans un SIG. Les résultats de la comparaison montrent qu'en dehors de zones d'habitat très dispersé (lotissements le long de certains littoraux ou dans des zones très boisées), les écarts de population et de surface par classe de taille ou pour les villes les plus grandes sont faibles. Pour les populations, l'écart moyen est de 15% si l'on tient compte de l'ensemble des agglomérations de plus de 2000 habitants, et de 5% si l'on considère uniquement les 20 villes les plus grandes. Les chiffres sont comparables pour les superficies.

⁴⁴ Nous avons vérifié ce point auprès du Danemarks Statistik, lorsque nous avons commandé la base de données sur les *urban areas* (contact : Anette Hansen, Kort & Matrikelstyrelsen).

⁴⁵ Cette méthode de construction est originale, comme le rappelle Pierre George : « puisqu'il n'est pas possible en France de déterminer les communes dont une partie seulement devrait être comprise dans une agglomération contiguë, un procédé a été imaginé permettant, à partir de données objectives, de décider l'inclusion ou l'exclusion de la commune » (1962, p. 130).

Lorsqu'on procède à l'appariement des objets (comparaison terme à terme des villes), les calculs de recouvrement montrent que 80% de la superficie des *urban areas* est comprise dans une UMZ, ce qui correspond à 99.4% de la population des *urban areas*. Les travaux se poursuivent actuellement pour la France et devraient démarrer prochainement pour la Suède⁴⁶.

*c Bases de données constituées dans le cadre d'ESPON et de l'Audit Urbain
(années 1990-2000)*

Les tentatives pour créer des bases de données harmonisées à l'échelle de l'Europe sont récurrentes depuis quelques années. L'objectif du travail que nous avons entrepris, dans le cadre de l'ANR Harmonie-cités et d'ESPON Data Base, est non pas de produire des nouvelles données mais d'expertiser les bases existant aujourd'hui.

Dans les années 1990, deux projets utilisant la définition morphologique recommandée par l'ONU ont été menés à terme, la base Géopolis, présentée plus haut, et la base NUREC (*Network on Urban Research in the European Community*, 1994), financée par Eurostat⁴⁷. La première de ces bases n'a pas encore été mise à jour pour l'année 2000. Quant à la seconde, elle ne concerne que les agglomérations de plus de 100 000 habitants, dans l'Europe des 12. En tout, 330 entités (regroupant 8300 NUTS) sont construites, principalement à partir de cartes topographiques. Cette expérience apporte cependant plusieurs résultats intéressants, par exemple aux Pays-Bas (l'utilisation du critère de 200 mètres ne permettrait pas de suivre les digitations des villes) ou en Belgique (utilisation de règles spéciales pour individualiser Bruxelles par rapport à Anvers et Gand).

En 1997, la Commission Européenne lance l'Audit Urbain, un projet pilote portant alors sur 58 villes et destiné à comparer la qualité de vie dans les plus grandes métropoles. Coordonné par la Direction Générale de la politique Régionale (DG Regio) et par Eurostat, il s'impose peu à peu dans les programmes d'aménagement. En 2003-2004, la collecte des données porte sur 258 villes (Europe des 15, pour l'année de référence 2001), et 321 en 2006-2007 (Europe des 27 ainsi que 36 villes supplémentaires en Norvège, Suisse et Turquie, année de référence 2004). L'objectif est alors de couvrir l'ensemble des villes de plus de 100 000 habitants, et des résultats devraient être prochainement publiés pour 657 villes situées dans l'Europe des 27 et 47 autres localisées en Croatie, Turquie, Norvège, Suisse et Islande. Le principe d'une couverture régulière tous les trois ans ayant été adopté en 2005, une nouvelle est prévue pour 2009-2010.

Trois niveaux spatiaux sont utilisés dans l'Audit Urbain, les districts intra-urbains (*Sub-City Districts*), la ville-centre (*Core City*), et la région urbaine fonctionnelle (*Larger Urban Zone*). Le deuxième et le troisième niveau nous intéressent particulièrement, car ils pourraient

⁴⁶ Collaboration avec Magnus Strömberg (Umeå University, Spatial Modelling Centre) dans le cadre du projet ESPON Data Base.

⁴⁷ Ce réseau, fondé à Pise en 1989, suit les recommandations données dans le rapport rendu peu avant par Nadine Cattani, Denise Pumain, Thérèse Saint-Julien et Céline Rozenblat (Pumain et *alii* 1990), auquel a collaboré François Moriconi-Ebrard (Moriconi-Ebrard et *alii* 1991).

correspondre dans une base de données harmonisée à la commune-centre et à l'aire fonctionnelle. Cependant ils doivent être utilisés avec précaution, car ils ont été définis par des correspondants nationaux de l'Audit Urbain, sans que les critères soient toujours homogènes d'un pays à un autre. Ainsi, si la ville-centre est une entité administrative qui correspond le plus souvent à la commune (NUTS 5), plusieurs exceptions existent (Eurostat Metadata, summary methodology 2008), en Belgique (région de Bruxelles, comprenant 19 communes), en France (les communautés d'agglomérations et les communautés urbaines, et pour Paris le département 75 et les départements de la petite couronne), en Grande-Bretagne (niveau NUTS4 appelé encore LAU2, soit les *districts*, et pour Londres l'entité correspondant au *Inner London*), au Portugal (niveau Nuts 4 correspondant aux *concelhos*) ou en Irlande (niveau Nuts 4 correspondant aux *cities*). L'utilisation des LUZ nécessite des précautions encore plus grandes : ces aires fonctionnelles, au nombre de 260 aujourd'hui, ne sont pas toujours définies à partir de seuils de navetteurs mais correspondent souvent à des régions administratives, construites en agrégeant des Nuts3 (le niveau du département en France), parfois des Nuts 4 (Eurostat Metadata, summary methodology 2008). Pour les pays définissant les LUZ à partir de critères fonctionnels, une méthode a été proposée par la DG Regio en 2008 pour estimer le périmètre et la population des régions administratives (NUTS 3) coïncidant le mieux avec ces aires (base de données des Proxy LUZ/Nuts 3, voir Figure 34 pour l'exemple de Bordeaux).

La création du réseau ORATE/ESPON (Observatoire en Réseau de l'Aménagement du Territoire Européen, soit en anglais ESPON) en 1997 a donné lieu à de nouvelles opérations de délimitations d'agglomérations et d'aires fonctionnelles.

Dans le cadre du projet ESPON1.1.1, intitulé « The role, specific situation and potential of urban areas as nodes in a polycentric development » et coordonné entre 2002 et 2004 par Nordregio (Nordic Centre for Spatial Development, Suède), 1595 aires fonctionnelles appelées FUA (*Fonctional Urban Areas*) ont été définies. Trois types de FUA ont été distingués, ceux d'importance locale ou régionale, ceux d'importance nationale ou internationale, et enfin les FUAs les plus importants, au nombre de 76, appelés MEGA (*Metropolitan European Growth Areas*). Les délimitations des FUA ont cependant été critiquées pour plusieurs raisons. Tout d'abord, le critère de taille des pôles centraux n'est pas harmonisé (les populations varient d'un pays à un autre, voir ESPON1.4.3 Final Report, p. 223), ensuite le critère de délimitation spatiale qui repose en théorie sur les bassins d'emplois des pôles ne semble pas appliqué de manière uniforme. Ainsi, les données fournies par ESPON 1.1.1. « ne semblent pas suivre strictement ce critère dans de nombreux pays, et parfois ne le suivent pas du tout » (ibid. p. 9). Pour finir, la base de données n'a jamais été délivrée à la coordination d'Espo. Seule une liste de noms, de populations totales et de centroïdes a été centralisée par ESPON Data Base dans le programme 2006.

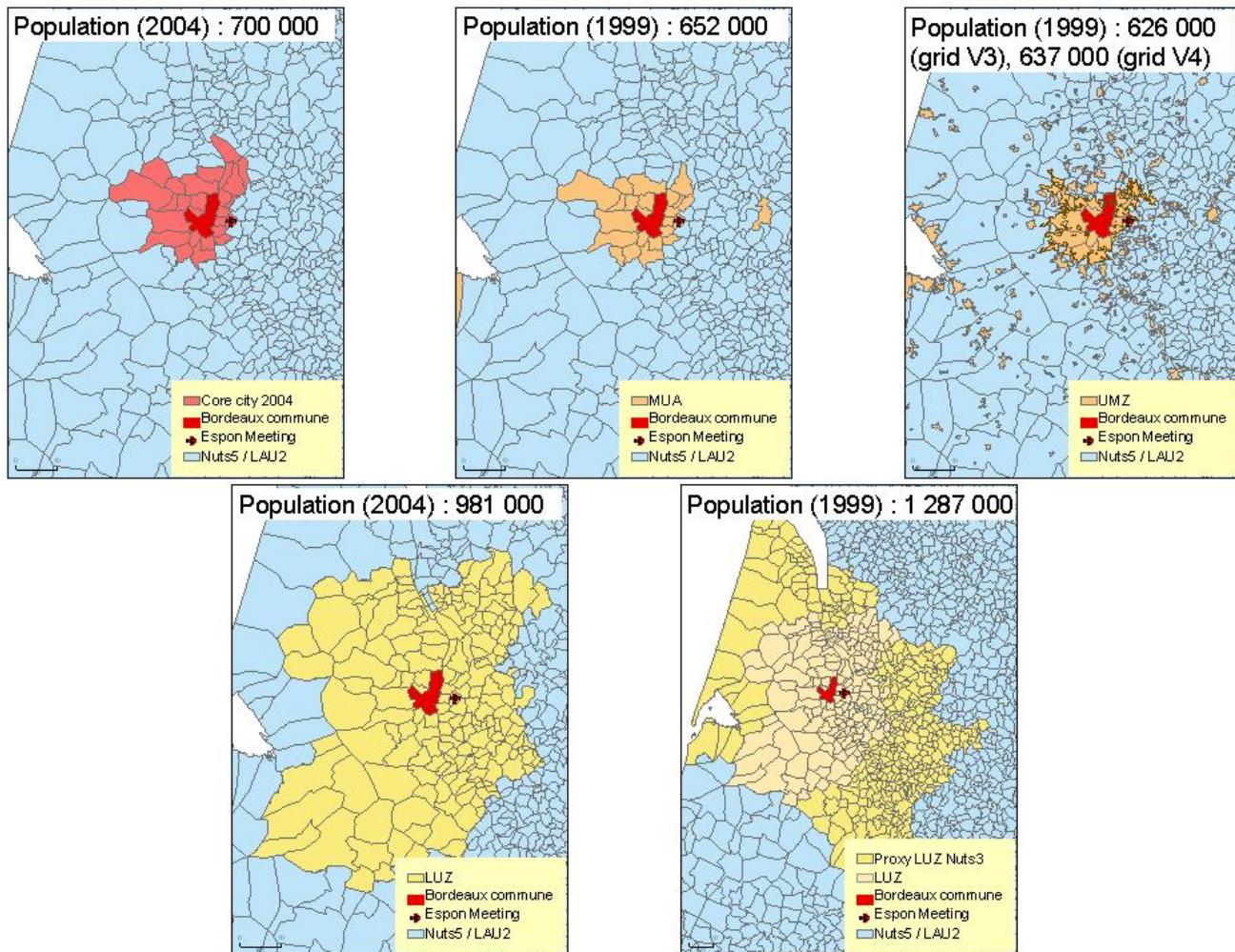
Deux ans plus tard, ces travaux sont repris dans le cadre du projet ESPON 1-4-3 « Study on urban functions », coordonné en 2006 et 2007 par l'équipe de Christian Vandermotten à l'IGEAT (Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire, Université Libre de Bruxelles). Il s'agit en premier lieu de définir les pôles centraux des FUAs de plus de 50 000 habitants, en appliquant une délimitation selon des critères morphologiques. Les

agglomérations sont appelées *Morphological Urban Areas* (MUA) et sont composées de communes (Nuts5). Les critères de délimitation sont établis à partir d'un travail publié en 1999 par Christian Vandermotten et plusieurs collaborateurs (Vandermotten et *alii* 1999). Les MUA sont des communes de plus de 650 habitants au km carré ou des groupes de communes contiguës dépassant chacune ce seuil, pouvant inclure d'autres moins denses. La population totale de l'ensemble doit dépasser 20 000 habitants. En outre, les communes de plus de 20 000 habitants sont retenues, quelle que soit leur densité. Dans des zones d'urbanisation en nappe, caractérisées néanmoins par la présence de centres historiques bien distincts, les limites entre MUA contiguës ont été déterminées grâce à l'utilisation de Google Earth. Des tableaux donnent la liste des MUA obtenues par pays. A l'occasion de ce travail, les auteurs mettent en lumière de nombreuses incohérences dans la délimitation des FUA et en proposent parfois de nouvelles, pour quelques pays d'Europe (la Suisse, l'Allemagne, et la Belgique notamment).

Un premier travail, réalisé à l'automne 2008, a consisté à rassembler les différentes bases de données et les documentations disponibles (MUA, Core Cities et LUZ 2001 et 2004, Proxy LUZ/NUTS 3, UMZ). La recherche d'informations précises sur les sources statistiques et géométriques utilisées, sur les méthodologies mises en place pour construire les objets villes et sur les critères de définition qui ont été mobilisés, a permis de mieux comprendre les différences de périmètres et de surfaces obtenues lors de la superposition des bases (Figure 34).

Figure 34 : Périmètres et populations de Bordeaux selon différentes définitions de la ville en Europe (city Core, MUA, UMZ, LUZ et Proxy LUZ)

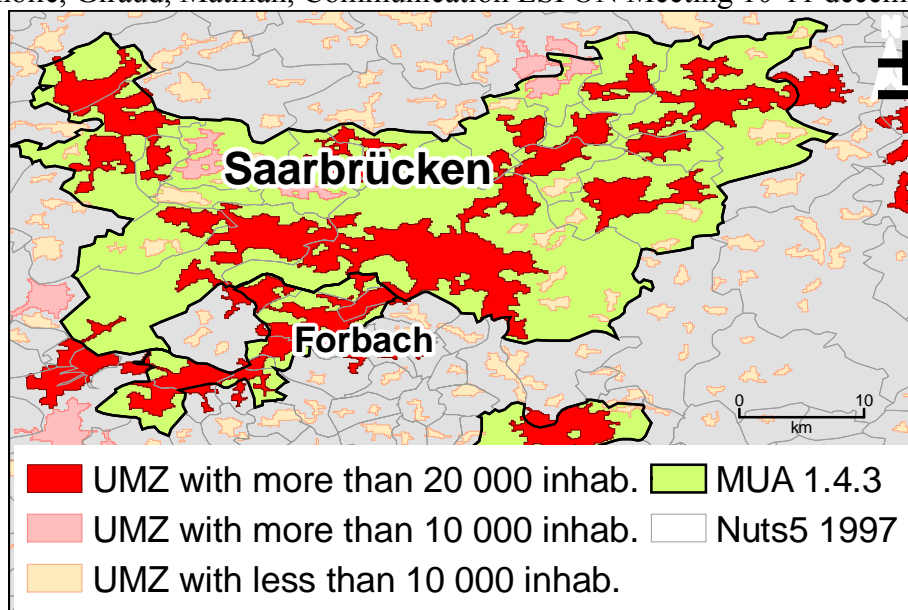
(Bretagnolle, Giraud, Mathian, Communication ESPON Meeting 10-11 décembre 2008)



Un premier travail d'expertise sémantique a été mené autour des deux bases de données morpho-statistiques, celle des UMZ et celle des MUAS, qui produisent dans certains cas des périmètres extrêmement différents (par exemple Saarbrücken, Figure 35).

Figure 35 : La ville de Saarbrücken en 2000, selon deux bases de données morpho-statistiques (MUA et UMZ)

(Bretagnolle, Giraud, Mathian, Communication ESPON Meeting 10-11 décembre 2008)



L'extraction des règles qui ont présidé à la construction des deux bases et leur alignement montre que la définition sous-jacente repose sur deux visions extrêmement différentes de la ville : dans le cas des UMZ, la construction de l'agglomération s'effectue par agrégation spatiale de zones d'utilisation du sol contigües, alors dans le cas des MUA, elle repose sur une vision centre-périphérie (recherche initiale d'un centre très dense puis addition de communes périphériques répondant à certains critères) (Mathian, Giraud, Bretagnolle, ESPON Data Base, First Interim Report February 2009). L'expertise sémantique permet donc de conclure à une incompatibilité des bases. Sur le plan empirique, celles-ci peuvent néanmoins faire l'objet d'utilisations croisées et complémentaires. Des comparaisons avec attributs sont donc prévues⁴⁸, à différents échelons géographiques, avec la variable de population (taux d'urbanisation, pente des droites d'ajustement des graphiques rang-taille, nombre et population des villes par classes de tailles ; population des plus grandes villes etc.), mais aussi de surface et peut-être d'autres indicateurs, s'ils sont disponibles à l'échelon du NUTS5.

Un premier bilan des chantiers lancés pour l'Europe confirme, comme nous le supposions initialement, que les travaux sont beaucoup plus complexes que ceux menés pour la France et les Etats-Unis et qu'ils doivent être menés en collaboration avec d'autres chercheurs, mais aussi des étudiants de master ou de thèse. Pour la construction de bases de données, nous avons néanmoins posé les premiers jalons en montrant, par l'exemple des travaux sur la France et les Etats-Unis, *l'intérêt d'une approche intégrée, articulant une vision théorique (choix de définitions adaptées au contexte d'urbanisation), méthodologique (mise en place de modèles de données adaptés) et thématique (analyse des résultats par des calculs*

⁴⁸ Les protocoles ont été construits par Hélène Mathian, ingénieure de recherche à l'UMR Géographie-cités.

d'indicateurs ou des modèles de hiérarchie et de croissance). Pour la comparaison de bases de données existantes, nous avons proposé *différentes méthodes d'expertise sémantique et empirique*.

De manière plus générale, nous avons aussi insisté sur l'intérêt des bases de données réalisées en étroite collaboration entre chercheurs et ingénieurs et couplées avec des questionnements scientifiques précis, car les résultats de la recherche dépendent en partie du soin apporté à la collecte et à la formalisation des données. Nous avons pu en faire l'expérience à propos de la sensibilité des mesures de croissance et de concentration aux définitions de la ville, mais ce constat est tout aussi évident quand il s'agit de mettre en relation des attributs urbains aussi interdépendants que la taille des villes et leur position relative dans des réseaux d'échanges.

3 RESEAUX D'ÉCHANGES ET DYNAMIQUE DES VILLES : théories, expérimentations, modélisations

Dans la deuxième partie, nous avons souligné la force du processus de concentration de la population dans des villes de plus en plus grandes, en France comme aux Etats-Unis, et cela depuis la révolution industrielle. Cette croissance non proportionnelle à la taille des villes, caractérisée dans le langage des systèmes complexes comme un processus « non linéaire » (Pumain 2008), appelle un certain nombre d'explications, tout au moins d'hypothèses exploratoires. Les théories qui mettent en avant la notion d'effets cumulatifs (économies d'agglomération et d'urbanisation⁴⁹), sont bien établies mais insuffisantes, car elles n'intègrent pas les facteurs liés à la position relative des villes dans l'espace. Si les villes sont des « accumulateurs de richesse » (Braudel 1985), la qualité et la durabilité des gains acquis dépendent en partie de leur accessibilité, sans cesse remise en question. Sur la côte Est des Etats-Unis, où les premiers comptoirs apparaissent quasiment à la même époque et ont encore des populations très proches à la fin du 18^{ème} siècle (20 000 à 30 000 habitants au recensement de 1790), des mécanismes de « sélection géographique » (Mackinder, 1902) se mettent en place dans la première moitié du 19^{ème} siècle. Ils se traduisent par la croissance fulgurante des nœuds situés au centre des systèmes de circulation : transatlantiques pour Boston ou New York au tournant des 18^{ème} et 19^{ème} siècles, continentaux pour New York qui bénéficie du formidable système de canaux connectés au fleuve Mississippi dans les années 1840-1850, ferroviaires pour Chicago, qui établit le record mondial de l'époque avec ses 18 lignes convergentes en 1880 (Paffoni 2008).

La question de la relation entre taille, position relative et croissance des villes doit cependant être nuancée selon les époques. Au Moyen Age, les villes bénéficient principalement de rentes de situation produites par l'accès à la navigation, fluviales et maritime. A partir des 17^{ème} et 18^{ème} siècles, des aménagements permettent de relier les villes sur de vastes portions du territoire (canaux, routes empierrées), à des distances de plus en plus importantes au fur et à mesure que s'accroît la vitesse des transports (chemins de fer, navigation à vapeur). Trois nouveaux facteurs s'imposent peu à peu : tout d'abord, un accroissement massif des portées d'échanges des très grandes villes, qui deviennent des sortes de têtes de pont reliées aux autres grandes villes du monde. Ensuite, une réduction progressive du nombre de points d'entrée dans les réseaux (le plus souvent au détriment des plus petites villes), dans une recherche constante de gains de vitesse. Enfin, la diffusion hiérarchique des nouveaux réseaux, qui apparaissent généralement dans les plus grandes villes, au même titre que d'autres innovations économiques. A partir de la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, ces trois facteurs se combinent différemment : les réseaux ont déjà fait le tour du monde et réalisé le « bouclage » de la planète (Grataloup 2007), et aucune innovation majeure dans les

⁴⁹ Les économies d'agglomération désignent les effets directs du regroupement spatial en termes d'efficacité économique, tandis que les économies d'urbanisation sont associées à des effets indirects : partage des infrastructures, mise en commun du marché du travail, des services etc. (Veltz 2008 p. 21 et 73).

technologies de transport ne remet en question les héritages déjà acquis. Peut-on en déduire que le processus de structuration hiérarchique des systèmes de villes par les réseaux de transport est épuisé ? Cette question est d'autant plus difficile à aborder que les poids démographiques des villes ne sont plus forcément liés à leur poids économique (le décrochage est net par exemple en Afrique Noire ou en Amérique du sud), ce qui réduit, pour ce type de recherche, la valeur des bases de données sur les populations que nous avons rassemblées. En outre, les changements dans les modes de production liés à une économie post-taylorienne donnent davantage d'importance aux réseaux d'information (Veltz 1996 et 2008), bien difficiles à appréhender dans leur matérialité physique.

Partir de données empiriques sur les réseaux de communication et les populations urbaines, n'est donc pas suffisant. Comme pour l'échelon de la ville, notre approche sera hypothético-déductive et les cadres de notre analyse seront donnés par la théorie urbaine. Celle-ci s'est intéressée aux systèmes de villes depuis les années 1840. En 1973, le géographe Brian Robson définit à grands traits ces objets géographiques (1973, pp. 16-17). Rappelant la formule de Peter Hall en 1956, « un ensemble d'éléments caractérisés par des relations entre ces éléments et entre leurs attributs », il énonce des propriétés supplémentaires conférées par l'inter-dépendance et mises en lumière par des auteurs appliquant en leur temps une approche systémique, en géographie régionale (Paul Vidal de la Blache) ou en géographie physique (R. Chorley et J. Kennedy 1971) : une certaine *unité* ou *cohérence* des éléments, mais aussi un *arrangement* [c'est nous qui soulignons] des objets. Citant A. Angyal (1941), il rappelle que la « différence entre un agrégat et un système tient au fait que dans le premier les parties sont additionnées tandis que dans le deuxième elles sont arrangées ». Cette propriété d'arrangement nous servira de fil conducteur tout au long de ce troisième chapitre. Nous analyserons, dans une première partie, les changements de dimension des systèmes de villes liés aux transformations historiques des réseaux de communication. Notamment, nous montrerons que les discours des penseurs de l'espace consacrés à la définition des systèmes de villes, depuis les années 1830, sont étroitement liés à ces transformations, comme si l'objet « système de ville » était avant tout abordé à partir de son enveloppe externe. Dans une deuxième partie, nous nous intéresserons à la structure interne de ces objets. Nous aborderons la question de la nature des déformations induites par les nouveaux réseaux rapides : toutes les localités ne sortent pas gagnantes de cette course à la vitesse, malgré les affirmations récurrentes des discours de l'ubiquité, que nous rappellerons à cette occasion. Dans une dernière sous-partie, nous proposerons des pistes de recherche à partir des modèles multi-agents.

3.1 Réseaux et changement de dimension des systèmes de villes

Tout comme à l'échelon de la ville, l'accroissement de la vitesse produit un agrandissement progressif des limites des territoires que les réseaux font fonctionner, rendant possible un changement d'échelle tant dans leur appréhension que dans leur pratique (Offner et Pumain, 1996). Ce processus d'agrandissement des échelles (« scale-up in the network structure », Garriçon, 1990) est cependant difficile à mesurer dans le cas des systèmes de villes : à la

différence des déplacements domicile-travail, la journée ne constitue pas une contrainte temporelle déterminante pour les échanges entre les villes. Seul un large recul historique permet de donner une évaluation sommaire des agrandissements progressifs et de mettre en lumière trois grandes phases. Du Moyen Age à la révolution industrielle, des réseaux urbains principalement régionaux s'étendent en Europe, par exemple au nord de l'Italie ou dans le nord-ouest du continent. Au tournant des 18^{ème} et 19^{ème} siècles, des systèmes de villes de portée nationale se mettent en place, grâce aux réseaux routiers puis aux chemins de fer. Dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, les avions, les trains rapides et les nouvelles technologies de l'information permettent des mises en système à l'échelon de macro-régions, par exemple celle de l'Europe (Cattan et alii, 1999), voire à l'échelon du monde pour certaines activités (la finance, la recherche, certaines filières textile ou automobile...). Ces trois grandes phases entrent en résonance avec les approches successives de l'objet « système de ville » qui se sont imposées dans la théorie urbaine depuis le début du 19^{ème} siècle.

a Des réseaux urbains principalement régionaux (Moyen Age-19^{ème} siècle)

Entre le début du bas Moyen Age (12^{ème}-13^{ème} siècles), caractérisé par la reprise des échanges inter-urbains de longue portée, et la deuxième moitié du 18^{ème} siècle, la vitesse est extraordinairement stable... et lente. Les records atteints sur certains trajets constituent un privilège de gouvernement : grâce au changement fréquent de monture, des courriers exceptionnels peuvent parcourir plus de 150 km par jour, par exemple entre Paris et Venise (Bautier 1960, Braudel 1979-a). Pour des affaires plus courantes, les messagers utilisent les relais de poste, organisés à partir du 13^{ème} siècle, en Italie du nord⁵⁰ ou à partir du 16^{ème} siècle en France (Marchand 2006). Ces relais sont installés en moyenne tous les 15 ou 20 km et permettent de circuler deux fois plus vite qu'avec des moyens ordinaires (en moyenne 7 km/heure contre 3 ou 4 pour le simple voyageur, Renouart 1962). La vitesse postale tarde cependant à se diffuser au-delà de la sphère gouvernementale : en 1775, la monarchie française refuse de créer un service d'estafettes capable d'effectuer une centaine de kilomètres par jour, car « ces facilités doivent être réservées au gouvernement » (Marchand 2004, p. 186). Les marchands et négociants engagés dans des relations de longue portée utilisent donc des messageries privées jusque dans la deuxième moitié du 18^{ème} siècle, gérées par des entreprises de roulage, par des monastères ou autre, voire se déplacent par leurs propres moyens. Les voyages sont alors lents et pénibles. On peut ainsi citer le témoignage de Thomas Platter, étudiant se rendant de Bâle à l'université de médecine de Montpellier autour des années 1550 en parcourant moins de 50 km par jour (Leroy-Ladurie 1995). Les distances quotidiennes ne sont que d'une trentaine de km avec des convois de marchandises, 5 à 10 km en cas de fortes pentes ou à la remontée des fleuves (Renouart 1962, Bautier 1960, Trénard 1959, Delacroix 1835). Outre leur lenteur, les voyages sont incertains, fatigants et dangereux. Comme le souligne l'ingénieur saint-simonien Michel Chevalier lors de l'avènement des chemins de fer, ceux-ci consacrent la victoire de l'homme sur la nature et permettent de

⁵⁰ Les relais de poste existent déjà à l'époque de la Chine impériale : on y compte plus de 1500 relais de poste aux VII^{ème} et VIII^{ème} siècles avant notre ère (Gazagnadou 1994).

réaliser les conditions matérielles de sa « liberté » (1844) : on peut désormais voyager de jour comme de nuit, en été comme en hiver, éviter les intempéries (froid, gel, pluie, orages), les chemins impraticables en raison de la boue, les canaux bloqués car non curétés, asséchés ou gelés. Dans le récit qu'il donne de son premier voyage de Moscou vers Smolensk en 1916, Mickaïl Boulgakov, alors jeune médecin de campagne⁵¹, relate son périple dans des termes très semblables aux témoignages qui peuvent être rassemblés pour les 17^{ème} et 18^{ème} siècles, par exemple dans Studény 1995 (Encadré 1).

Encadré 1 : Un voyage par la route dans la Russie des années 1910, selon Mickaïl Boulgakov.

« Imaginez vous-mêmes !... il a fallu s'arrêter pour la nuit ! Nous avons parcouru vingt verstes et nous nous sommes retrouvés dans une obscurité de tombeau... c'était la nuit... il a fallu coucher à Grabilovka... l'instituteur nous a hébergé... Et ce matin nous sommes repartis à sept heures... et à nouveau sur les routes... ô, pères très saints !... plus lentement qu'à pied. Une roue plonge dans l'ornière, l'autre se lève en l'air, vlan ! La valise sur les jambes... puis on penche d'un côté, puis on penche de l'autre, puis c'est le nez en avant, puis la nuque en arrière. Et d'en haut, ça tombe et tombe, et vous voilà glacé jusqu'aux os. Aurais-je pu croire qu'en plein mois de septembre, en pleine grisaille et crachin, on pouvait geler au milieu des champs comme au plus fort de l'hiver ? Et bien, oui, la preuve est faite : on peut. Et pendant qu'on meure ainsi de mort lente, on ne voit toujours qu'une seule et même chose, une seule. A droite, la bosse rongée des champs ; à gauche, un maigre taillis souffreteux, auprès duquel se blottissent cinq ou six méchantes mesures grisâtres. Et pas une seule à donner l'impression d'abriter âme qui vive. Le silence, le silence alentour... » (Édition 1994, p. 9).

Les transports par voie d'eau sont moins pénibles que par voie de terre, plus rapides et surtout moins chers. Selon Jacques Le Goff (1993), le coût du transport pour des produits rares est de 2% du prix initial par voie d'eau contre 25% par voie de terre, et pour les produits ordinaires 15% par voie d'eau contre 100 à 150% par voie de terre. De véritables systèmes de circulation, articulant le cabotage maritime, les fleuves et les routes, font la fortune de certaines villes, telle Venise vers laquelle convergent les grandes routes d'eau de la Brenta, du Pô et de l'Adige, mais aussi les canaux et les simples chemins (Braudel 1985 et 1979, t. 1, pp. 473-474). Dans le nord de la France, en Belgique ou aux Pays-Bas, fleuves, rivières navigables et canaux relient la plupart des grandes villes entre elles et aux grands ports maritimes. Le mouvement de création de canaux s'amplifie d'ailleurs considérablement au 17^{ème} siècle (Boyer 1978) : Amsterdam est reliée à l'ensemble des villes des Pays-Bas par des coches d'eau tirés par des chevaux et capables de transporter une cinquantaine de personnes. De son côté, le transport maritime est marqué par des progrès importants aux 15^{ème} - 16^{ème} siècles, avec l'invention de la coque à clin, donnant des bateaux plus solides et capables d'affronter les grands vents pendant la mauvaise saison ou de s'éloigner des côtes familières de la Méditerranée ou de l'Atlantique (Braudel 1985, p. 69). Avec l'astrolabe, qui permet de

⁵¹ Boulgakov Mikhaïl (ed. 1994), *Récits d'un jeune médecin*. Paris, Livre de Poche, L'Age d'Homme, 158 pages.

calculer la latitude, les liaisons transatlantiques peuvent s'établir et permettre une « première mondialisation » à la fin du 15^{ème} siècle (Grataloup 2007). Les flux sont cependant extrêmement ténus : pas plus de 6 ou 7 liaisons par an entre Lisbonne et les principaux comptoirs de l'empire portugais (Meyer 1975, cité dans Veltz 2008, p. 35).

Peut-on déjà parler de systèmes de villes à l'échelle de l'Europe ou de grandes régions européennes ? Si des réseaux d'échanges réguliers sont observables à cette époque, ils ne concernent que des portions relativement réduites du territoire européen. Les solidarités commerciales et linguistiques qui unissent les villes de la Ligue hanséatique, au nord, ou les villes du nord de l'Italie (Braudel 1979 t. 3, p. 115 et Figure 31), ont peu à voir avec les interdépendances systémiques qui se mettent en place aux tournant des 18^{ème} et 19^{ème} siècles dans le cadre des états-nations (Lepetit 1988). Entre ces deux zones, ce sont des échanges très irréguliers qui se déploient grâce au développement de techniques de change et de crédit (Le Goff 1993), de villes-relais continentales (foires de Champagne aux 13^{ème}-15^{ème} siècles, foires de Lyon, « voie lactée » des villes allemandes à partir de l'ouverture des grands cols alpins) ou de liaisons maritimes par le détroit de Gibraltar, l'Atlantique et la Baltique. Le commerce de produits courants (blé, vin, bétail...) dessine des espaces de relations encore plus étroits : même si l'emprise spatiale de ce type de commerce s'élargit aux 12^{ème} et 13^{ème} siècles sous l'effet de l'accroissement de la demande, de la diffusion de la monnaie et de l'essor de l'activité marchande (Duby, 1962), les « réseaux nourriciers » qui entourent de grandes villes comme Paris s'étendent seulement jusqu'à Tours ou Sens aux environs de 1300 (Fourquin 1959, cité dans Duby 1962, p. 242). Pour des villes plus petites, le commerce régional de produits courants articule des réseaux dans une portée de 50 à 80 km (Duby 1984).

Les réseaux urbains pré-industriels sont décrits par des ingénieurs et géographes dans le courant du 19^{ème} siècle, au moment même où les nouvelles vitesses mécaniques bouleversent des équilibres pluri-séculaires. Les nouveaux chemins de fer deviennent les « régulateurs essentiels de la géographie des villes » (Reynaud 1841) et les « exploitations minières et naturelles dérangent l'équilibre naturel des populations » (Reclus 1895, p. 162). Ces deux auteurs, ainsi que Léon Lalanne et Paul Vidal de la Blache, donnent une première explication des régularités de taille et d'espacement dans les systèmes de villes, en les reliant à la contrainte du budget-temps de la journée. Les villes sont approchées selon différents types de fonctions (commerce et artisanat, administration, étapes le long d'un itinéraire important), ce qui produit plusieurs configurations régionales théoriques.

Chez Jean Reynaud⁵² (1841), l'arrangement géométrique des villages et des villes s'explique par les contraintes de déplacement quotidien : « les distances, en géographie politique, ne se mesurent pas au compas mais à la facilité des transports ». Dans un article qui préfigure la théorie des lieux centraux de Walter Christaller (Robic 1982), l'auteur observe que les déplacements vers les champs sont déterminés par la nécessité du retour quotidien au foyer, et

⁵² Jean Reynaud (1806-1863) est ingénieur des Mines. Il co-dirige avec Pierre Leroux *L'Encyclopédie Nouvelle* (1836-1842), dont il est l'un des principaux rédacteurs. En 1848, il devient sous-secrétaire d'État au Ministère de l'Instruction publique (Robic, 1982, 1984, Bretagnolle et Robic 2005-a).

la dimension des « hexagones ruraux » dépend ainsi du « rayon de facile culture ». Pour la localisation des villes, Jean Reynaud signale que les artisans des villes doivent « commercer facilement » avec les agriculteurs des villages, et que la dimension des hexagones urbains est commandée par ce « rayon de facile communication ». De même, pour les services rares, les artisans et commerçants se rassemblent dans quelques villes « convenablement disposées à l'égard des autres ». Quelques années plus tard, l'ingénieur polytechnicien Léon Lalanne décrit aussi la régularité de l'espacement des villes, qu'il formalise en énonçant la loi de l'équilatérie et des distances multiples (Lalanne 1863, Bretagnolle 1999 et 2000, Palsky 1996). Cette fois, les villes sont considérées dans leurs fonctions administratives et leur arrangement est mis en évidence à partir des formes hexagonales dessinées par les réseaux ferroviaires inter-urbains. Les espacements sont de l'ordre de 15 km pour les chefs-lieux de canton, 45 km pour les chefs-lieux d'arrondissement et 90 km pour les chefs-lieux de département. Les facteurs explicatifs sont moins précis et moins convaincants que dans la théorie de Jean Reynaud. Ils reposent sur un « principe des obstacles réciproques » mis en évidence par Buffon pour expliquer la structure hexagonale des cellules d'abeille. La régularité de la trame agricole s'expliquerait ainsi par le fait que chacun des groupes de peuplement initiaux a cherché des moyens de subsistance dans son environnement immédiat, et a été arrêté dans ses tentatives d'expansion par les efforts semblables exercés par les groupes voisins (1875).

Elisée Reclus s'intéresse quant à lui à un troisième principe de fonctionnement, celui des villes en tant qu'étapes le long de grandes routes commerciales et militaires. Il évoque explicitement la contrainte de la journée pour expliquer la régularité des espacements entre les villes : dans la trame pré-industrielle, celles-ci sont apparues à des distances presque égales, soit 50 à 70 km (la distance que peut accomplir dans la journée un voyageur) (1895 et 1905). Ces étapes nocturnes pour les cavaliers et voyageurs en voitures correspondent à des grandes villes, tandis que d'autres, plus petites, sont de simples haltes situées à mi-parcours (tous les 25 à 35 km) et servent surtout au voyageur à pied. Il élargit son propos en évoquant des configurations géographiques liées aux fonctions administratives et commerciales des villes : une « capitale située en plein centre du pays », des grandes villes « réparties à égale distance tout autour, espacées rythmiquement entre elles, tout en ayant chacune son propre système planétaire de petites villes, l'intervalle normal étant la distance d'une journée de marche » (1895, p. 162). Paul Vidal de la Blache (1911) interprète aussi la régularité des espacements des villes selon le rythme des déplacements. La répartition des villes correspond aux distances qu'on peut franchir, aller et retour, dans la journée, soit à des intervalles de 30 à 50 km. L'auteur cite l'exemple de la création des limites départementales : « Telles étaient les conditions dans lesquelles l'Assemblée Constituante traça ses divisions administratives. Les cadres nouveaux s'adaptaient à l'état économique et aux moyens de circulation de l'époque. Chefs-lieux de département et d'arrondissements y sont disposés comme les pièces d'un damier, à distances convenables, chacun avec son rayon limité d'action ». Marie-Vic Ozouf-Marignier (1998) rappelle qu'effectivement la contrainte de l'aller et retour dans la journée entre n'importe quel village du département et son chef-lieu a présidé la création des limites départementales.

Les théories décrivant les systèmes de lieux centraux sont renouvelées au 20^{ème} siècle par la prise en compte de l'accroissement de la vitesse. En 1933, le géographe et économiste Walter Christaller relie explicitement la vitesse des transports et l'espacement entre les villes : selon l'auteur, c'est bien un jalon temporel et non une distance topographique de base qui détermine la disposition générale du réseau des lieux centraux, ce qui explique l'espacement plus lâche entre les villes dans les pays d'urbanisation récente⁵³ (1933, p. 160). En outre, selon un raisonnement qui sera repris plus tard par Donald Janelle ou Etienne Juillard, la réduction des coûts de transport rendue possible par le chemin de fer et par l'automobile entraîne une restructuration des systèmes régionaux, au profit des lieux centraux les plus importants. Nous examinerons plus en détail ces mutations internes dans la deuxième partie.

b Mises en réseau dans le cadre des états-nations (fin 18^{ème} - début 20^{ème} siècles)

Bien avant la révolution des transports du 19^{ème} siècle, l'espace des échanges est profondément restructuré par l'établissement de réseaux routiers, dans la deuxième moitié du 18^{ème} siècle. La vitesse moyenne des diligences publiques est multipliée par deux (Arbellot 1973 et 1985), et les conséquences de cette « révolution routière » (Veltz 2008, p. 69) sont immenses. A partir de cette époque, « les chemins ne sont pas isolés mais forment les éléments d'une combinaison, d'un réseau. Capter un tronçon de route, ouvrir un cheminement nouveau, c'est modifier la configuration d'ensemble et les qualités du système, au bénéfice probable du premier servi » (Lepetit 1988, p. 282).

La Grande-Bretagne est pionnière dans ce mouvement et rénove à la fois son réseau routier et celui des voies navigables. Dès 1760, le Parlement multiplie les lois autorisant les expropriations, mais aussi les péages mis en place par les promoteurs du nouveau réseau routier (Marx 1993, p. 308). Des ingénieurs, tels Macadam dans la dernière décennie du siècle, innovent dans les techniques de revêtement des routes, de tracé des courbes et de drainage. Du côté des canaux, ce sont 2500 km de voies navigables qui sont créées, divisant par deux le prix d'acheminement du charbon au départ de Manchester (ibid., p. 309). La majorité des localités sont désormais situées à moins de 25 km d'une voie d'eau (Braudel, 1979-b). En France, la refonte des routes est organisée par l'Etat, selon un programme fixé en 1738 dans l'ordonnance d'Orry et prévoyant le tracé des routes ainsi que leur qualité (routes royales de première classe, joignant Paris aux principales villes de province, routes royales de seconde classe etc.) (Lepetit 1984). La création de l'Ecole des Ponts et Chaussées, en 1747, notamment sous l'impulsion de Daniel Trudaine, chargé de coordonner l'action des ingénieurs dans les généralités, permet de mener à terme une partie de ce programme dès la seconde moitié du 18^{ème} siècle (Belloc 1886, Desportes 2005). A la veille de la Révolution, on compte près de 26 000 km de routes en France, soit à peu près la même longueur qu'en 1820, lorsqu'est repris le programme de construction après la révolution et les guerres d'empire (Bretagnolle et Verdier 2005, 2007). Les progrès de la vitesse, globalement multipliée par

⁵³ Fin observateur de la géographie des Etats-Unis, qu'il visite en 1905, Paul Vidal de la Blache formule quelques années auparavant l'idée selon laquelle l'espacement plus grand des villes américaines est dû au fait qu'elles ont été créées à l'époque du réseau ferré (Vidal de la Blache 1905).

deux entre 1770 et 1830, tiennent aussi à l'invention d'attelages plus légers, par exemple les Turgotines (Arbellot 1973), et aux nombreuses ordonnances émises par l'administration de la poste et demandant aux cochers de raccourcir les temps de pause pour les voyageurs et les temps de changement de monture aux relais. L'homme pressé, qui « met le dessert dans ses poches » pour finir son dîner dans la diligence (Soulié 1844, cité dans Studény 1995) est né de la révolution routière et non de celle des chemins de fer.

A partir du milieu du 19^{ème} siècle, l'introduction de la vitesse mécanique permet l'établissement d'un vaste réseau national et une réduction massive des coûts de transport, grâce aux capacités de charge des trains. L'élaboration des réseaux nationaux s'établit cependant sur plusieurs décennies. Les premiers tronçons (années 1820) sont construits sans vision d'ensemble, comme des aménagements destinés à doubler les tracés des canaux et des fleuves dans le transport des matières lourdes. Dans certains pays, l'absence de vision nationale caractérise aussi les décennies suivantes. En Grande Bretagne par exemple, le réseau ferroviaire ne suit aucun plan d'aménagement et résulte de l'assemblage de lignes construites par des entrepreneurs, sans concertation d'ensemble (Fullerton 1975, p. 17). Michel Chevalier rapporte ainsi l'échec d'une première expérience fondée sur la détention de locomotives par des propriétaires privés, qui aurait donné lieu à une formidable cacophonie (cité dans Bretagnolle et Robic 2005-a). Aux Pays-Bas, ce sont des entreprises privées qui gèrent le développement du réseau, avant que l'Etat ne crée sa propre compagnie en 1863 (Rietveld et Van Nierop 1995, p. 34). Aux Etats-Unis, les premiers constructeurs de voies ferrées n'avaient « aucune idée qu'ils bâtissaient les tronçons d'un grand réseau technique » (Salsbury 1995, p. 32) : l'écartement des voies, extrêmement disparate d'une région à une autre, entraîne des ruptures de charge coûteuses et rend nécessaire un lent mouvement d'uniformisation des voies dans les années 1860-1870 (Taylor et Neu 1956). Les techniques de freinage, rudimentaires dans les premières années (le plus souvent un homme courant sur une passerelle située sur le toit des wagons et actionnant le volant de freinage de chaque voiture), participent aussi à ce mouvement d'uniformisation : en 1879, sur un train de cinquante wagons, le matériel roulant peut appartenir à vingt compagnies différentes (cité dans Salsbury 1995, p. 36). Par une loi votée en 1893, l'Etat fédéral rend nécessaire l'adoption du freinage à air comprimé, ce qui entraîne une réduction importante du nombre des compagnies capables de faire face à de telles dépenses. Désormais, celles qui subsistent doivent adhérer aux normes du Comité de l'Industrie du Chemin de fer⁵⁴.

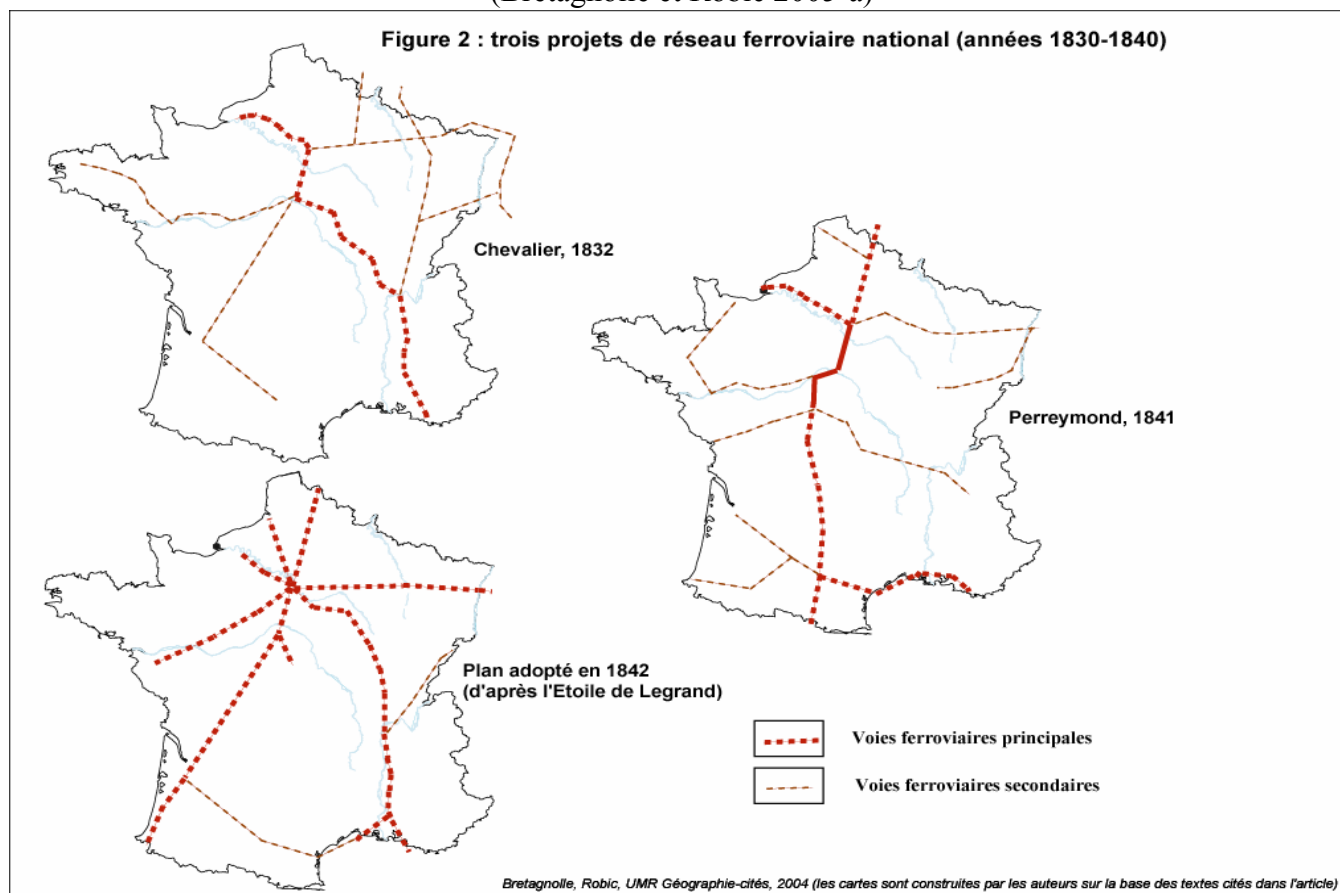
A l'inverse, l'Etat joue un rôle fondamental dans le développement du chemin de fer dans d'autres pays, par exemple en France, en Belgique ou en Suède, où il organise le tracé des lignes et s'associe au secteur privé pour le financement des réalisations (Fullerton 1975 p. 20). En France, plusieurs tracés sont proposés et débattus dans les années 1830-1840. Notamment, trois propositions donnent des visions extrêmement différentes du rôle que doivent jouer les nouveaux chemins de fer dans l'organisation du territoire (Figure 36). L'un repose sur une logique de centralisation (étoile de Legrand), un autre sur une articulation, nationale et internationale, des voies ferroviaires et des voies navigables (Chevalier), le troisième sur un

⁵⁴ C'est le système qui prévaut encore actuellement aux Etats-Unis : les compagnies sont privées mais doivent suivre les normes imposées par la *Federal Railroad Agency*.

projet de rééquilibrage des disparités nationales (Perreymond). L'étoile de l'ingénieur Alexis Legrand⁵⁵ est finalement adoptée en 1842.

Figure 36 : Trois projets de réseau ferroviaire français proposés par les ingénieurs saint-simoniens dans les années 1830-1840

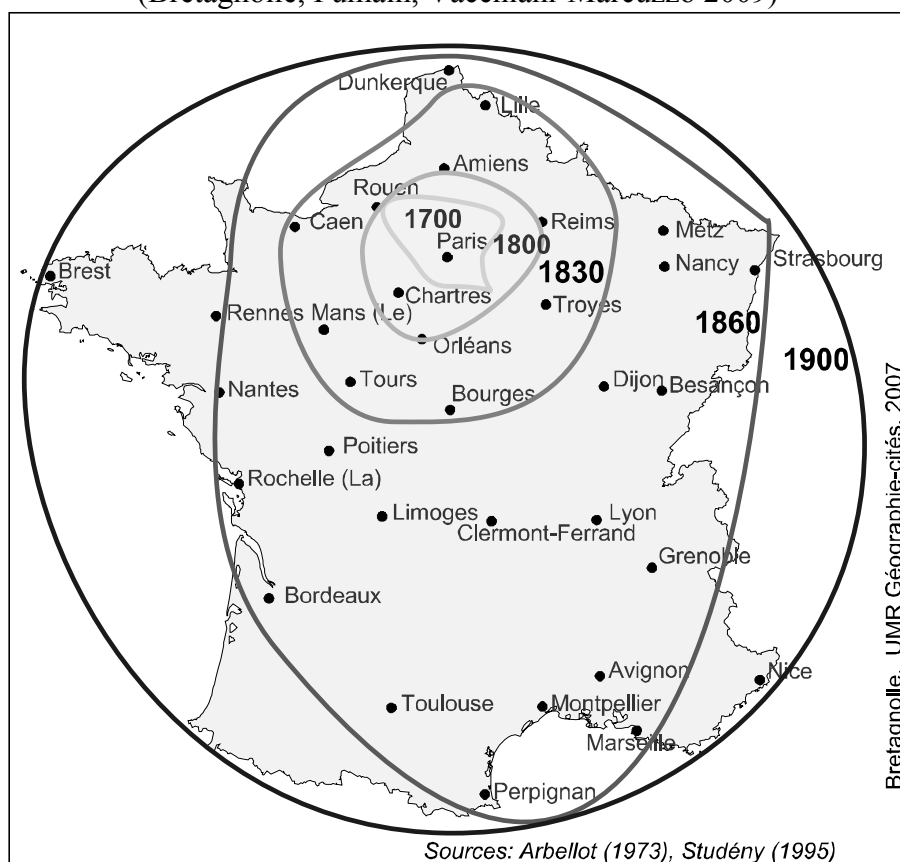
(Bretagnolle et Robic 2005-a)



Quelles que soient les modalités de mise en place des réseaux nationaux, la transformation de l'espace induite par l'accroissement des vitesses est massive et caractérise chaque pays. En France, par exemple, le chemin de fer permet des déplacements en moyenne quatre fois plus rapides qu'auparavant dès les années 1840. Dans les années 1880-1890 on peut atteindre n'importe quelle ville importante en moins d'une journée à partir de Paris, et les contemporains commentent avec force ce moment symbolique (Studény 1995 et Figure 37).

⁵⁵ La loi du 11 juin 1842 se fonde sur le plan proposé par l'ingénieur Alexis Legrand en 1838, marqué par une structure radioconcentrique du réseau. Huit lignes joignent Paris à la frontière belge, à la Manche, à Bordeaux et à Lyon et Marseille.

Figure 37 : Courbes isochrones des villes localisées à moins d'une journée de Paris, par les routes de postes puis par le chemin de fer
(Bretagnolle, Pumain, Vacchiani-Marcuzzo 2009)

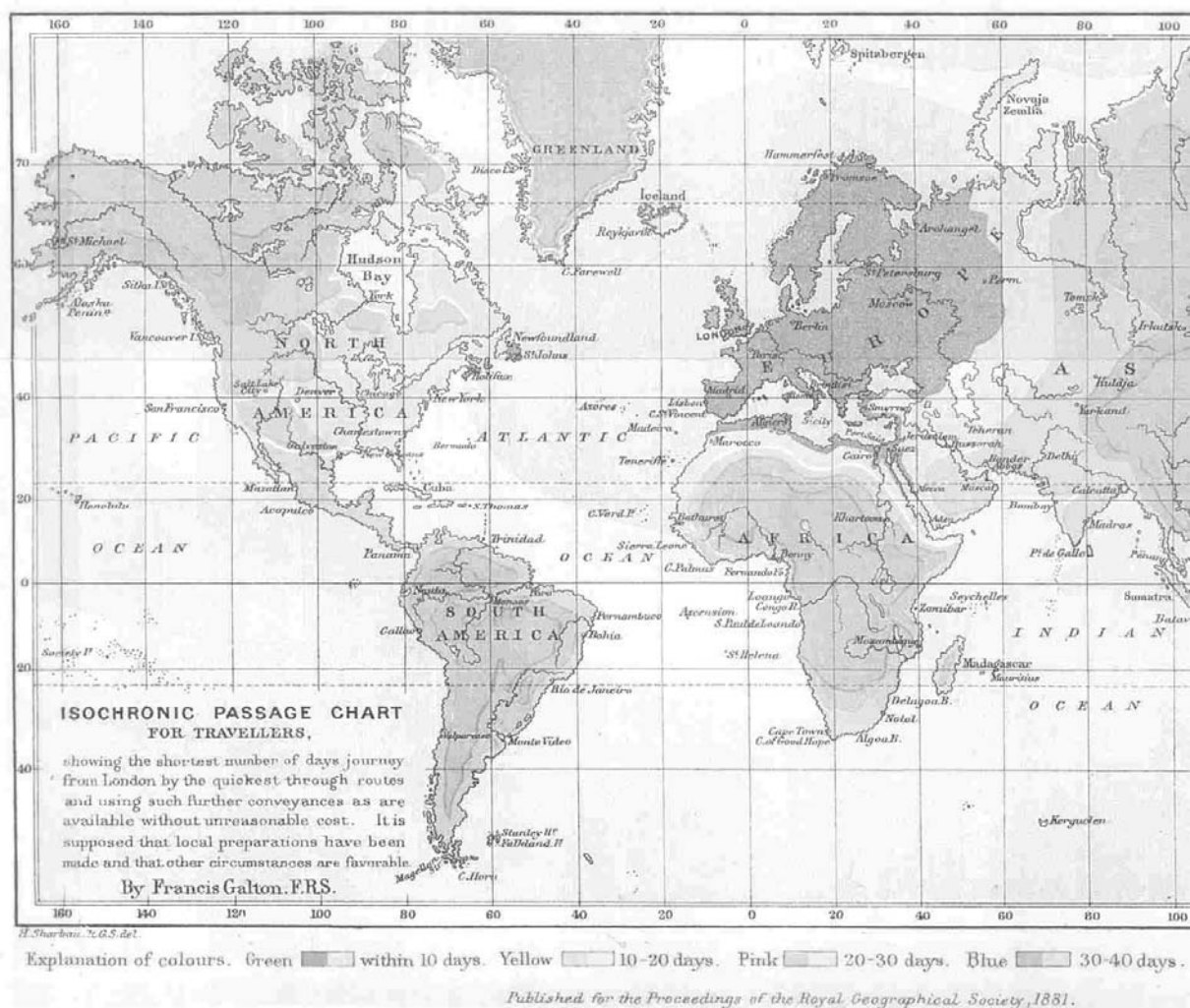


La réduction des coûts de transport permet l'établissement d'échanges réguliers entre les différentes régions et une certaine spécialisation des productions agricoles, artisanales et industrielles (Gaudin 1979). Cette mise en réseau nationale est aussi rendue possible par des progrès dans la logistique des transports. Pour que les trains puissent emprunter la même ligne, les horaires doivent être respectés à la minute même, et les horloges qui ornent peu à peu les gares finissent par scander le temps social, remplaçant peu à peu les carillons d'église dans cette fonction (Elias 1996).

Si les liaisons régulières entre les villes s'inscrivent désormais dans le cadre relativement stable des frontières des états-nations, certaines villes s'illustrent par des connexions à grande distance avec d'autres têtes de pont, situées dans d'autres systèmes nationaux. Un nouvel objet géographique prend forme, la métropole mondiale, décrite par exemple dans les textes du géographe britannique Halford Mackinder à propos de Calcutta (« metropolis », 1887), d'Elisée Reclus pour Londres (« tête de pont de la navigation maritime de la Tamise » et ville « la plus centrale » du monde, 1895, p. 165) ou de Paul Vidal de la Blache pour New York, Londres, Boston ou Hambourg. Ce dernier décrit « l'intense collaboration du rail et de la navigation à vapeur », dont la soudure permet l'essor « d'un nombre limité de points d'élection qui prennent le caractère d'emporia mondiaux », avec « quelque chose de colossal

et de démesuré » dans le tonnage des navires, la dimension des bassins, l'agglomération de chantiers et d'usines (1922). A partir de ces villes mondiales, les réseaux sillonnent désormais les océans, donnant lieu à une nouvelle phase de mondialisation (Grataloup 2007, Arrault 2007). Cette fois, les échanges sont tellement réguliers que de nouvelles cartes du monde sont dessinées avec des métriques temporelles utilisant le jalon de la journée, comme pour signifier que la planète a désormais des dimensions familières. En 1881, le britannique Francis Galton présente à la Société Royale de Géographie une « carte de passage » destinée aux voyageurs, représentant la durée de trajets internationaux au départ de Londres répartis en 5 classes (moins de 10 jours, 10 à 20 jours, etc.). (Figure 38, reproduction partielle en noir et blanc). Une carte en isochrones au départ de Berlin est publiée quelques années plus tard par le cartographe allemand Max Eckert (1909) et témoigne à son tour de ce nouveau dimensionnement du monde par les réseaux de transport rapides. Désormais, les destins des grandes villes ou de plus petites spécialisées dans les innovations du moment sont interdépendants à cette échelle mondiale.

Figure 38 : Extrait de la carte en isochrones au départ de Londres (Galton 1881)



La formalisation de systèmes de villes fonctionnant dans le cadre des états-nations ne tarde pas à émerger dans les textes des théoriciens. Elle est portée d'abord par des statisticiens, découvrant des propriétés inédites à partir de la manipulation de données de recensements nationaux, largement diffusées à partir du début du 20^{ème} siècle. C'est ainsi qu'Auerbach (1913) ou Lotka (1924) découvrent un certain nombre de régularités statistiques dans la distribution des tailles des villes. L'agencement géométrique des réseaux régionaux, décrit par les théoriciens du 19^{ème} siècle, disparaît au profit d'un arrangement mathématique, la fameuse « loi rang-taille », sorte de curiosité intellectuelle qui aiguise l'esprit des chercheurs tout au long du 20^{ème} siècle, jusqu'à ce qu'elle soit qualifiée de « cul-de-sac » par certains, faute d'explication convaincante (Robson 1977, Lepetit 1988 etc.). Cette approche statistique est néanmoins fertile car elle met en lumière des différences de fonctionnement entre les systèmes nationaux, selon des degrés de hiérarchie ou des types de primatie. Lorsqu'en 1913, le statisticien allemand Felix Auerbach étudie les populations et les rangs des 94 villes allemandes de plus de 50 000 habitants, il travaille aussi sur les villes italiennes, françaises, hollandaises, belges, suisses, espagnoles, autrichiennes et anglaises (Auerbach 1913, Pumain 1982-a). Les courbes de « concentration de la population » (*konzentration der bevölkerung*) qu'il obtient pour chaque pays sont comparées sur les graphiques croisant le rang et la taille des villes. La régularité est donc non seulement statistique (la taille multipliée par son rang dans la hiérarchie urbaine est égale à une constante), mais elle est repérée à partir d'un ensemble non négligeable de cas empiriques, ce qui en fait sa principale force.

La première théorie sociale proposée pour expliquer la régularité des graphiques rang-taille est celle du sociologue américain C. K. Zipf (1941). Cependant, la « loi du moindre effort », entraînant un équilibre entre des forces de concentration et des forces de dispersion, ne suscite pas l'enthousiasme des économistes spatiaux et des géographes (Bretagnolle 1999 et 2000). Un deuxième courant théorique prend forme dans les années 1960, et donne lieu à une série de travaux beaucoup plus percutants. En effet, pour la première fois dans l'histoire, la théorie urbaine s'inscrit dans le champ de la théorie générale des systèmes (Berry 1964), augurant une période dans laquelle « la démarche réductionniste d'origine cartésienne n'est plus l'unique voie qu'empruntent les chercheurs » (Dauphiné 1995). Rappelons néanmoins que l'argumentaire développé par Brian Berry pour justifier cette nouvelle approche (dans son article célèbre « *Cities as systems within systems of cities* ») repose sur un transfert. Il s'agit en effet d'une similitude de forme entre deux équations mathématiques, celle donnant la maximisation de l'entropie en thermodynamique et celle décrivant l'équation de la droite d'ajustement d'un graphique rang-taille. Ce lien fragile marque longtemps les débuts de la pensée systémique en géographie urbaine (voir par exemple les critiques adressées par Robson 1973 p. 18, qualifiant la démarche de Berry d'un « vague recours à la terminologie des systèmes et de l'utilisation de ses concepts afin de fournir des cadres pour organiser les données ou suggérer des parallélismes entre les phénomènes⁵⁶ »). L'argumentaire proposé par Brian Berry pour justifier son transfert repose en grande partie sur les travaux présentés

⁵⁶ « *Either the somewhat vague recourse to the terminology of systems and the use of its concepts to provide frameworks within which data are organized or parallelism between phenomena suggested* » (Robson 1973 p. 18).

l'année précédente par le géographe climatologue Leslie Curry⁵⁷, au congrès de *l'American Association of Geographers* (1964). Ce dernier connaît bien les travaux de R. J. Chorley, qui décrit les cycles d'érosion de W. M. Davis comme une première application de la théorie des systèmes en géographie (Dauphiné 1987). Il reconnaît que le passage vers la « géographie du peuplement » (1964 p. 138) est extrêmement délicat⁵⁸. Dans les années suivantes, d'autres limites sont soulignées à plusieurs reprises, notamment les risques de « sur-détermination » (*over-identification*) qui correspondent au fait que plusieurs processus différents peuvent générer une même distribution rang-taille (Dacey 1968 et Harvey 1969, repris dans Robson 1973 et Pumain 1982-a). De même, les géographes dénoncent dès la fin des années 1970 les difficultés liées à une approche nationale des systèmes de villes : les grandes villes ou des villes de petite taille fortement spécialisées dans les innovations en pointe dépendent désormais de logiques inscrites à l'échelon du monde.

c Ouverture internationale et complexification des échanges (deuxième moitié du 20^{ème} siècle)

La diffusion massive de liaisons aériennes internationales dans la seconde moitié du 20^{ème} siècle constitue, au même titre que la route au 18^{ème} siècle ou le chemin de fer au 19^{ème} siècle, une innovation majeure dans les systèmes d'échanges inter-urbains. Aux Etats-Unis, les premières lignes régulières de transport de voyageurs apparaissent dès les années 1930, notamment entre les villes de la côte pacifique et celles de la côte atlantique (Hugill 1993, p. 280). En Europe, les premières compagnies aériennes de transport de voyageurs et de fret léger sont créées aux lendemains de la deuxième guerre mondiale (par exemple Air Inter en 1954). En France, la vitesse moyenne⁵⁹ des liaisons rapides est multipliée par 10 (Figure 39). Pour des avions à réacteurs, on passe d'environ 70 km/heure en 1900 à 200 km/heure en 1930 (Studény 1995). Dans les années 1960-1970, le passage des DC3 ou DC4 aux caravelles marque une étape importante, les trajets étant dès lors accomplis à la même vitesse qu'aujourd'hui (par exemple Paris-Strasbourg en une heure, Paris-Marseille en 1h20, Bretagnolle 2003). Pour des distances plus importantes, la vitesse moyenne progresse

⁵⁷ Ce dernier souhaite approcher la « géographie comme un système », en se fondant à la fois sur la théorie des systèmes (appliquée en géographie physique par R.J. Chorley en 1962) et sur la théorie de la communication (développée par C. Shannon et W. Weaver en 1949, remplaçant la notion d'entropie par celle d'information et utilisant les expressions probabilistes de la thermodynamique pour mesurer la quantité d'incertitude ou imprévisibilité présente dans une expérience). Fondant à son tour son raisonnement sur une analogie de forme entre des équations mathématiques, Curry propose de remplacer la notion de quantité d'information par une quantité de population et suggère que la distribution rang-taille correspond alors à l'état le plus probable du système sous contrainte, soit celui maximisant l'entropie (Pumain 1982-a, pp. 41-51).

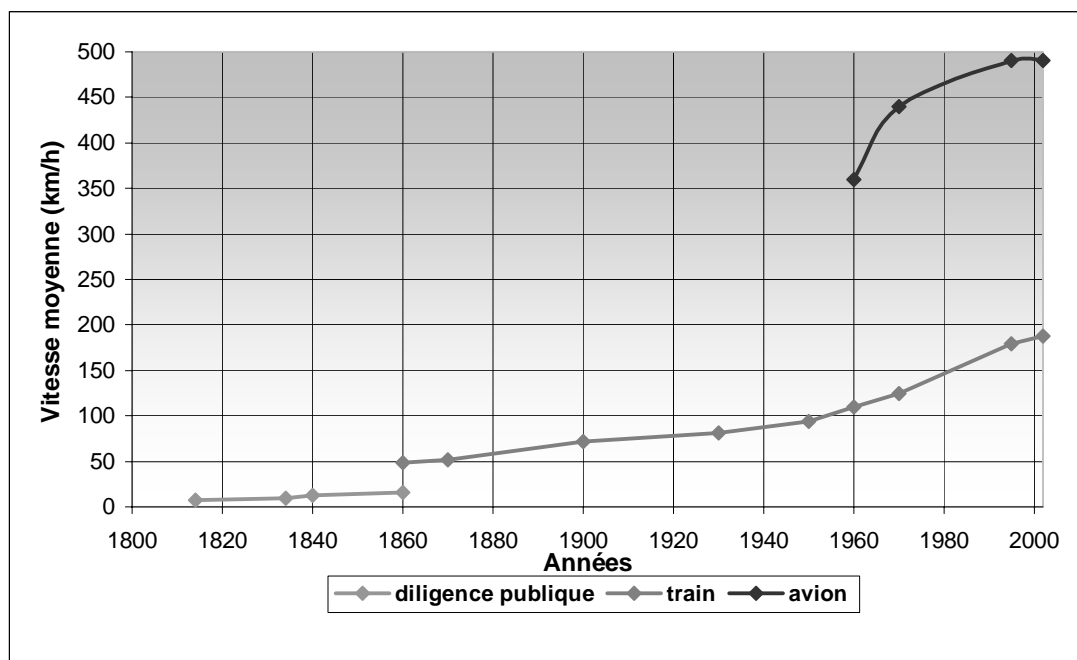
⁵⁸ André Dauphiné (1991) souligne aussi, à propos du transfert de la théorie mathématique des fractales vers la géographie, la difficulté du passage de la géographie physique (applications en climatologie, analyses des réseaux hydrographiques) vers la géographie humaine (réseaux de transport, croissance des villes...).

⁵⁹ Cette moyenne est obtenue à partir des indicateurs horaires des transports. Les villes considérées sont Lille, Le Havre, Nantes, Marseille, Strasbourg, Brest, Toulouse et Bayonne pour la diligence publique, les quatre premières villes ainsi que Bordeaux, Lyon, Clermont-Ferrand, Limoges, Rennes, Nancy et Calais pour le chemin de fer, et l'ensemble des villes desservies par avion quotidiennement et sans escale au départ de Paris en 1963, 1970 et 2002. Les chiffres ne tiennent pas compte du temps d'accès aux gares et aux aéroports.

néanmoins grâce à l'amélioration des capacités des réservoirs et à la diminution du nombre d'escales (10 000 km dans les années 1960, 15 000 aujourd'hui, Bavoux et *alii* 2005).

Figure 39 : Vitesse moyenne des liaisons régulières entre Paris et les principales villes de province, entre 1800 et 2000

(Bretagnolle 2003)



Avec la diffusion des liaisons aériennes internationales, une nouvelle génération de cartes à métrique temporelle apparaît, construites cette fois à l'échelle du monde. En témoigne l'anamorphose unipolaire de Peter Dicken (1986), géographe anglais connu pour ses nombreux ouvrages sur la globalisation. David Harvey la reprendra dans son ouvrage *The condition of postmodernity* (1989, p. 241 et Figure 40) pour illustrer son chapitre consacré à la « compression de l'espace-temps » (Bretagnolle 2005-a).

Figure 40 : L'anamorphose du monde selon Peter Dicken (Harvey 1989, p. 241)

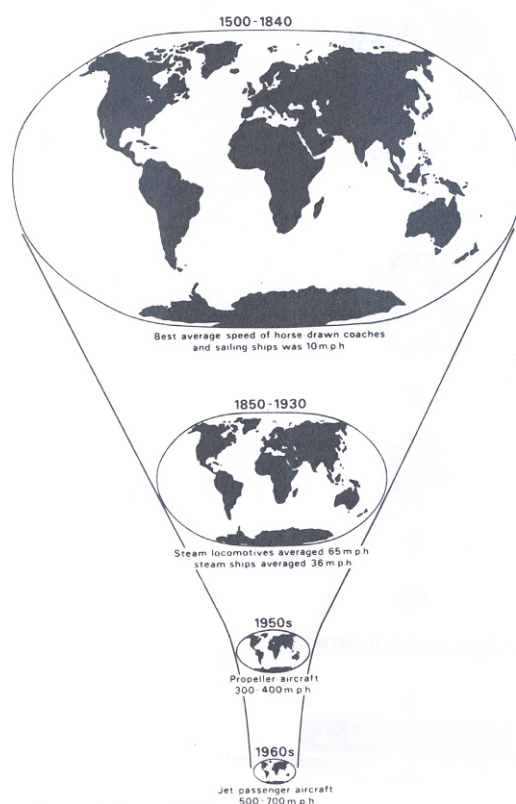


Plate 3.1 The shrinking map of the world through innovations in transport which 'annihilate space through time'.

La seconde moitié du 20^{ème} se caractérise par une autre innovation importante, consistant dans le découplage des réseaux de transport et des réseaux d'information. Pour la première fois dans l'histoire, des technologies permettant d'acheminer de l'information en masse ne transitent plus nécessairement par des réseaux de transport⁶⁰. La révolution des transmissions et la télé-communication marque un tournant décisif, souligné dès 1964 par Melvin Webber, professeur à l'université de Berkeley en aménagement urbain (Choay 1996). Outre la transmission de l'information « à l'infini » et en quantité « illimitée » (des propriétés déjà soulignées à propos du télégraphe un siècle auparavant), la « cybernation » permet d'assurer l'« automation » de l'information et le « contrôle des tâches à distance » (Webber 1964, traduit dans Choay 1996). La montée en puissance des activités humaines liées à la production et à l'échange d'information⁶¹, dans les domaines scientifiques, artistiques ou

⁶⁰ Le télégraphe et le téléphone sont certes importants, mais ne permettent pas d'acheminer des informations volumineuses, notamment des documents écrits, qui sont à la base des procédures de gestion et d'administration des entreprises.

⁶¹ Citons à ce propos les analyses du sociologue américain Roderick D. McKenzie qui décrit dès 1933 une révolution de la « communication », celle-ci se substituant au seul transport qui assurait auparavant la circulation des biens, des personnes et des idées. Le contrôle et la gestion sont désormais possibles aussi à grande distance, et sont alors l'apanage des grandes métropoles modernes (Bretagnolle et Robic 2005-b).

populaires, amène Webber à réfléchir sur un nouveau jalon pour mesurer la richesse produite par les individus et les entreprises, celui de « bit d'information », envoyé ou reçu à chaque heure de la journée. Dans cette nouvelle grille de lecture, les anciens déterminants spatiaux tels que la distance ou la proximité sont remis en question. Ce sont désormais les « systèmes de communication » et les « réseaux d'interaction » qui priment, et qui fondent des communautés sociales à l'échelon du monde, notamment dans le domaine des sciences et de la finance (Webber 1964).

Le découplage des réseaux d'information et de transport et l'internationalisation des flux instaurent une troisième phase de réflexions théoriques sur la nature des systèmes de villes. Les cadres anciens sont lentement déconstruits : dès 1966, le géographe suédois Torsten Hägerstrand souligne l'importance d'une étude des « champs d'information » (*information fields*) et de leur diffusion dans la hiérarchie urbaine, en prenant l'exemple de l'extension des Rotary Clubs en Europe dans les années 1920-1930 (Hägerstrand 1966). Quelques années plus tard, Alan Pred affirme le rôle premier des flux d'information dans l'organisation des systèmes de villes : « dans les dernières années, beaucoup d'auteurs ont commenté à la fois le rôle déclinant du transport comme un déterminant de localisation et l'impact de plus en plus grand de l'information » (Pred 1973-a, p. 10). L'internationalisation croissante des entreprises induit l'émergence de nouvelles approches, les systèmes de villes étant de plus en plus caractérisés comme étant « ouverts » et « complexes » (Pred 1977, Robson 1977). Si la théorie des systèmes complexes n'a pas encore permis d'établir un nouveau cadre de définition des systèmes de ville, elle constitue néanmoins un jalon essentiel pour l'établissement de nouveaux cadres de pensée (Chamussy 2003, Dauphiné 1995, Pumain 2008).

d Une expérience de modélisation : le changement d'échelle des cœurs de l'économie-monde (Europe, 13^{ème} – 20^{ème} siècles)

L'agrandissement progressif des limites des territoires que les réseaux font fonctionner et les conséquences sur la dynamique des villes peuvent être illustrés par une expérience de modélisation appliquée à l'Europe. Issu de la famille des modèles gravitaires, le modèle des potentiels révèle l'existence de zones de contacts particulièrement intenses autour de certaines villes d'Europe. Nous avons rappelé (Bretagnolle 1999) que les configurations obtenues et leur évolution au cours du temps ressemblent fortement à celles décrites par les historiens et économistes à propos des centres de l'économie monde (Wallerstein 1980 et 1984, repris par Braudel 1979 et De Vries 1984). Cette expérience de modélisation est proposée, à l'origine, par l'historien néerlandais Jan de Vries (1984), auteur d'une base de données sur les populations des villes européennes entre 1500 et 1800 (voir plus haut, partie 2.4.a). Nous l'avons adaptée pour pouvoir l'utiliser sur une période plus longue et avec des bases de données différentes (celles de Paul Bairoch puis de François Moriconi-Ebrard). Surtout, nous avons utilisé des expressions de la distance différentes, puisque nos pondérations permettent de tenir compte, dans la mesure du possible, de l'évolution de la vitesse et du coût des

transports. Nous définissons ainsi des *distances d'interaction*, construites comme des distances euclidiennes (à vol d'oiseau) corrigées par des informations portant sur la connaissance des principaux réseaux de l'échange aux dates considérées (maritimes, fluviaux, routiers, ferroviaires, aériens...). Nous proposons ici une interprétation des résultats obtenus à partir de ces distances d'interaction, en les comparant à ceux obtenus à partir de simples distances euclidiennes. Cette comparaison permet de suggérer des effets de la transformation de l'espace des échanges sur les cœurs de l'économie-monde.

L'Encadré 2 rappelle les principales caractéristiques du modèle gravitaire, issu d'un transfert à partir des sciences physiques.

Encadré 2: les étapes du transfert du modèle gravitaire depuis les sciences physiques vers la géographie

- 1686 : Selon Newton, la gravitation est définie comme le phénomène par lequel deux corps quelconques s'attirent avec une force proportionnelle au produit de leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance.
- 1858-1859: Henri Carey (économiste et politologue américain), préconise pour les Etats-Unis un système politique fédéral, avec une répartition équilibrée des pouvoirs et des populations dans l'ensemble des villes. Il appuie son argumentation sur une analogie avec le système planétaire: « Gravitation is here, as everywhere else in the material world, in the direct ratio of the mass, and in the inverse one of the distance » (p. 48-49).
- 1885: Ernst Georg Ravenstein (cartographe et géographe allemand, résidant en Grande-Bretagne), décrit des « lois de la migration » à partir de l'observation de recensements et d'enquêtes. Selon lui, l'intensité des flux est inversement proportionnelle à la distance (« Migrants enumerated in a center of absorption will grow less with the distance proportionally ») et dépend des masses impliquées (« in forming an estimate of displacements we must take into account the number of natives of each county which furnishes the migrants, as also the population of the districts which absorb them ») (1885, p. 198).
- 1924 : Young (statisticien américain) estime les déplacements de population paysanne vers les villes en stipulant que les flux varient proportionnellement avec la « force d'attraction » du lieu de destination et inversement avec « le carré de la distance entre les deux centres ». Pour la première fois, une équation mathématique est utilisée pour estimer ces flux.
- 1941 : John Quincy Stewart (ingénieur astrophysicien) utilise cette même équation pour estimer les flux d'étudiants américains se dirigeant chaque année vers les universités de la côte Est. Il appelle ces flux « potentiels de population », car la densité d'une population serait « analogue » à une densité de masse ou de charge électrique. En 1942, il suggère que « coefficient d'influence » serait peut être un meilleur terme, puisqu'il « mesure l'influence d'une population à une certaine distance ».

Dans l'exercice proposé par Jan de Vries, les flux estimés par le modèle gravitaire ne peuvent être comparés à des flux réels, faute de sources. L'interprétation des résultats est d'autant plus

délicate que les masses sont ici de simples populations, non spécifiées. En effet, rien ne permet de préciser si les populations données en entrée se réfèrent à un niveau de richesse, de développement, ou à une simple accumulation d'hommes. Comme pour d'autres applications du modèle gravitaire, cette incertitude rejaillit sur la nature des flux modélisés (Lévy 1997, p. 118). S'agit-il de migrations d'hommes (définitives, temporaires ?), d'échanges de produits (basiques, rares et chers ?) ou de la combinaison des deux ? La désignation même du modèle varie d'une utilisation à une autre : accessibilité généralisée, potentiels de population et potentiels d'échanges sont trois expressions que nous avons rencontrées dans la littérature. Cependant, il nous semble que le modèle possède une grande force, au-delà de toutes ces imprécisions : il donne, par sa simplicité même et sa reproductibilité sur une durée pluri-séculaire, une vision originale car unifiée de processus habituellement saisis dans des durées très courtes et à partir de matériaux historiques divers et éparpillés. C'est en ce sens que nous l'utilisons ici.

Afin d'intégrer des pondérations de la distance qui varient au cours du temps et selon les types d'accessibilité des villes, nous avons légèrement modifié le modèle de Jan de Vries. L'équation que nous avons utilisée est la suivante⁶² :

$$P_i = m_i / d_{ii} + \sum m_j / k_{ij(t)} d_{ij}$$

où P_i est le potentiel de population de la ville i , m_i sa taille, m_j la taille de la ville j , d_{ij} la distance euclidienne entre les villes i et j . Le paramètre d_{ii} , qui détermine la contribution de la population d'une ville à son potentiel, est égal à la distance au plus proche voisin divisée par deux (Stewart et Warntz 1958, 1959 et 1968). Le paramètre $k_{ij(t)}$ permet de pondérer la distance entre chaque couple de villes en fonction de leur accessibilité à la date t (Tableau 16). Cette pondération n'est pas fondée sur des données réelles sur le temps ou le coût des transports, qu'il serait difficile d'obtenir pour les périodes anciennes, mais sur des hypothèses simples, formulées initialement par Jan de Vries. Les distances sont allongées ou au contraire réduites selon une typologie de configurations, décrites dans le tableau. Par exemple, lorsque les deux villes sont situées au bord de la mer, la distance euclidienne est réduite de moitié. Si elles sont simplement desservies par la route, la distance est augmentée de deux tiers. La situation de référence (distance euclidienne conservée telle quelle) est obtenue pour des villes desservies par un fleuve navigable ou un canal. Partant de ces pondérations, établies par l'auteur pour la période 1200-1800, nous les avons complétées pour l'année 1850 en ajoutant le chemin de fer. Une desserte ferroviaire entraîne une diminution de la distance euclidienne entre deux villes, même si l'une des deux seulement est desservie par une gare ou si elles ne sont pas desservies par des réseaux connexes (rappelons que tous les réseaux ferroviaires

⁶² Plusieurs modèles mathématiques peuvent être utilisés pour décrire la forme de la décroissance des interactions en fonction de la distance à un lieu (Stewart et Warntz 1958, 1959 et 1968, De Vries 1984, Grasland 1991). En l'absence de données sur les flux réels, nous avons choisi, comme Jan de Vries, la fonction puissance négative (Bretagnolle 1999). Le programme informatique permettant de calculer les potentiels a été réalisé à l'UFR de mathématiques et d'informatique de l'université Paris 5. Les cartes ont été créées à l'UMR Géographie-cités, par Catherine Masure qui a utilisé le logiciel Surfer. La transformation d'une information discrète en information continue a été réalisée par interpolation, selon une estimation par distance inverse.

nationaux ne sont pas encore connectés à cette époque). Cette approche simplifie donc la réalité, mais donne une vision plus juste que celle fondée sur la seule prise en compte de distances euclidiennes. Pour l'année 1990, la situation de référence que nous avons utilisée (distance euclidienne conservée telle quelle) correspond à une desserte par des lignes ferroviaires rapides. Lorsqu'il ne s'agit pas de trains à grande vitesse, la distance euclidienne est augmentée, et lorsque les villes sont desservies à la fois par une ligne ferroviaire rapide et par un aéroport international, la distance euclidienne est diminuée⁶³.

Tableau 16 : Pondération des distances euclidiennes pour construire des distances d'interaction entre les villes (Europe, 1200 à 1990)

(De Vries 1984 et Bretagnolle 1999)

	Route 1200- 1850	Fleuve, canal 1200- 1850	Mer 1200- 1850	Chemin fer 1850	Chemin fer 1990	Train rapide 1990	Aéroport 1990	Train rapide, aéroport 1990
Route	<i>1.6</i>	<i>1.3</i>	<i>1.3</i>	1				
Fleuve, canal	<i>1.3</i>	<i>1</i>	<i>0.8</i>	0.8				
Mer	<i>1.3</i>	<i>0.8</i>	<i>0.5</i>	0.5				
Fer 1850	1	0.8	0.5	0.3				
Fer 1990					1.6	1.3	1.3	1.3
Fer rapide 1990					1.3	1	0.5	0.5
Aéroport					1.3	0.5	0.5	0.3
Fer rapide et aérop.					1.3	0.5	0.3	0.3

N.-B. : ces pondérations correspondent au paramètre $k_{ij(t)}$ dans l'équation du modèle des potentiels présentée plus haut. Celles apparaissant en italique ont été définies par Jan de Vries, les autres sont définies par nous-mêmes.

Afin de pouvoir comparer dans le temps les sorties données par le modèle, nous avons pondéré chaque valeur de potentiel par la valeur maximale obtenue à chaque date. Un premier type de résultats concerne les villes qui obtiennent les valeurs maximales (Tableau 17).

⁶³ Les sources historiques que nous avons consultées pour déterminer l'accessibilité des villes sont : Le Goff 1993, Boyer 1978, Hayt 1996, Marx 1993 pour le Moyen Age ; Jouffroy 1931, Godlund 1952, Gilbert 1968 pour le 19^{ème} siècle ; Aéroport Magazine 1996, Bavoux et Charrier 1994, Varlet 1992 pour les années 1990 (Bretagnolle 1999).

Tableau 17 : Villes détenant les potentiels d'échanges les plus forts (potentiels exprimés en % de la valeur maximale de chaque époque)

(Bretagnolle 1999)

	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1850	1990
Venise	100	74	87	99	100	48	24	14	53
Milan	—	100	69	78	81	40	19	14	72
Bruges	78	48	100	83	50	36	18	35	29
Anvers	67	52	—	100	92	71	26	37	88
Rotterdam	—	—	—	—	100	91	28	36	91
Amsterdam	—	—	—	72	99	100	41	38	80
Londres	44	26	37	39	46	50	100	100	95
Düsseldorf	—	—	—	—	—	—	15	31	100
Cologne	78	52	69	83	81	60	45	33	98

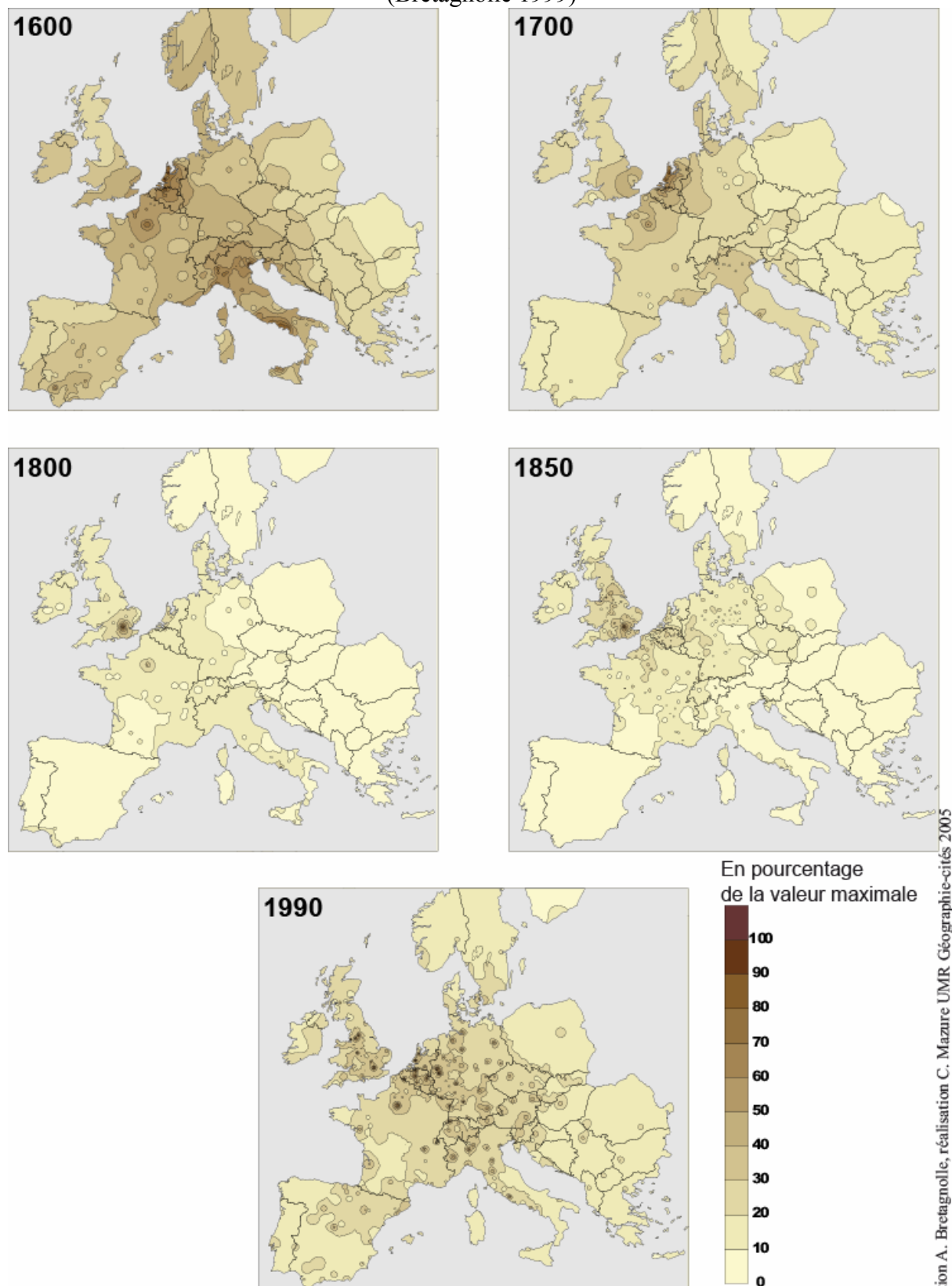
N.-B. : le signe — signifie que la population urbaine est inférieure à 10 000 habitants à cette date.

Sources : Bairoch et alii 1988, Moriconi-Ebrard 1993.

Comme nous l'avons évoqué plus haut, les villes détenant les potentiels d'échange les plus forts (chiffres en gras dans le tableau) correspondent aux centres de l'économie-monde décrits par différents chercheurs, notamment Fernand Braudel (1979-b) pour la période 1200-1800. Le centre de gravité de l'Europe se déplace ainsi du nord de l'Italie vers la Belgique (avec une période de bi-polarité, bien marquée dans le Tableau 17), vers les Pays-Bas puis vers la Grande-Bretagne. Il se déploie ensuite vers le nord-ouest de l'Europe, prenant progressivement l'aspect de ce réseau multi-polaire de villes (Grataloup 2007) qualifié par Etienne Juillard de « dorsale » (Lévy 1997). Ce déplacement s'effectue selon des temporalités particulières, sortes de cycles de rétraction et de diffusion qui apparaissent particulièrement bien sur les cartes de potentiels (Figure 41).

Figure 41 : Potentiels d'échanges des agglomérations européennes de plus de 10 000 habitants, de 1600 à 1990

(Bretagnolle 1999)



Conception A. Bretagnolle, réalisation C. Mazure UMR Géographie-cités 2005

Ainsi, trois cycles principaux apparaissent. Le premier consiste dans l'effacement du pôle italien au profit de villes de la Hanse puis de villes hollandaises, entre le 15^{ème} et le 17^{ème} siècle : le système d'échanges fondé sur le commerce méditerranéen et sur la route de la soie (Grataloup 2007) disparaît au profit du commerce atlantique et du Nouveau Monde. Ces transformations économiques se traduisent par des trajectoires démographiques contrastées, que l'on peut suivre sur la Figure 42. Après l'accident de la Grande Peste de 1348, nettement visible sur les courbes, on observe un déclin relatif de Venise alors que Lisbonne est en croissance relative jusqu'en 1700 (commerce transatlantique) et Londres au moins jusqu'en 1800 (commerce transatlantique et révolution industrielle).

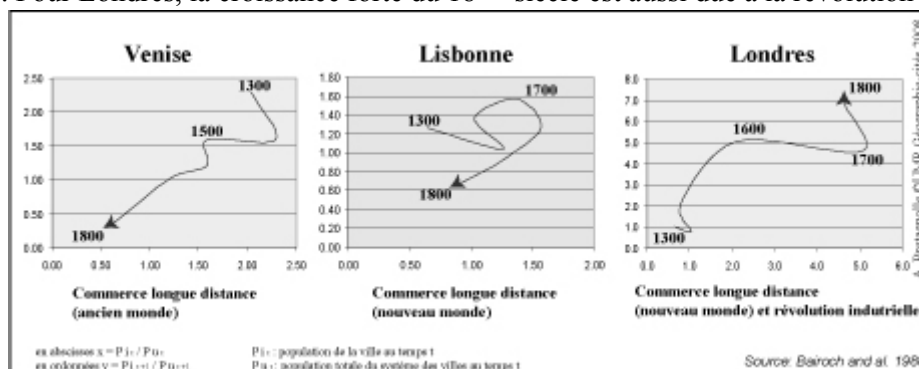
Le deuxième se caractérise par un événement brusque, la concentration brutale des valeurs les plus élevées au profit d'une seule ville, Londres (1800). Dans le calcul du potentiel de Londres, les effets de proximité s'effacent par rapport aux effets des masses : les valeurs exceptionnelles de la capitale sont sans commune mesure avec celles des autres villes, comme si les populations des régions environnantes avaient été aspirées par des migrations sans précédent. Les résultats du modèle suggèrent ici l'existence d'une bifurcation produite par la révolution de l'industrie et des transports, qui bouleverse les configurations fondées jusque là sur les réseaux du capitalisme marchand.

Le cycle suivant⁶⁴ est marqué par la lente diffusion de la révolution industrielle vers le nord de la dorsale européenne (Belgique, nord de la France, Allemagne...), puis vers sa partie méridionale (Suisse, Italie du nord).

Figure 42 : Des trajectoires différenciées de villes européennes selon des systèmes de circulation. Navigation par cabotage et navigation transatlantique.

(Bretagnolle et Pumain 2009, à paraître)

- La figure retrace l'évolution du poids démographique de Venise, Lisbonne et Londres par rapport à l'ensemble du système des villes d'Europe, dans le plan des phases (en ordonnée, le poids de la ville dans le système à une date donnée et en abscisse, le poids qu'elle occupait à la date précédente). Pour Londres, la croissance forte du 18^{ème} siècle est aussi due à la révolution industrielle.



⁶⁴ Il serait intéressant, dans le cadre d'un mémoire de master, de compléter cette modélisation pour l'année 1950. Elle aurait l'intérêt de soulever des questions intéressantes sur la nature des réseaux structurants à cette date. Toutes les villes de plus de 10 000 habitants sont alors desservies par le chemin de fer, tandis que très peu sont desservies par un aéroport. Quel rôle jouent alors l'accessibilité fluviale et l'accessibilité par autoroute ?

La comparaison des potentiels calculés à partir de distances d'interaction et de potentiels calculés à partir de distances euclidiennes permet d'avancer plusieurs hypothèses sur les liens entre dynamique des villes et évolution des systèmes de circulation (Tableau 18).

Tableau 18 : Ecart les plus importants entre les potentiels d'échanges calculés à partir de distances d'interaction et ceux calculés à partir de distances euclidiennes (Europe, 1600-1990)

(Bretagnolle 2009, non publié)

- A chaque date est indiqué le nombre total de villes dans le top 50 des potentiels, calculé selon une distance d'interaction (à gauche) et selon une distance euclidienne (à droite). Seuls les écarts positifs supérieurs à 5 sont présentés, et indiquent un effet significatif des réseaux de transport sur les valeurs des potentiels.

	1600	1700	1800	1850	1990
Pays-Bas	14 / 9				
Grande-Bretagne			21 / 14		
Belgique				10 / 0	
Allemagne					16 / 7

Les différences les plus fortes portent sur les Pays-Bas en 1600 (constitution d'un réseau de canaux, voir partie 3.1.b), la Grande Bretagne en 1800 (canaux et routes), la Belgique en 1850 (chemin de fer) et l'Allemagne en 1990 (train à grande vitesse ICE). On peut remarquer l'absence de la France dans ce tableau : si des aménagements sous la forme de constructions de canaux, de chemins de fer ou de voies ferroviaires rapides ont aussi concerné ce pays, les résultats du modèle suggèrent qu'ils ont eu des impacts moins importants que ceux mis en place par d'autres pays, à l'échelon de l'ensemble de l'Europe. On doit souligner, en outre, que la prise en compte des réseaux d'échanges structurants ne bouleverse pas les classements des villes à fort potentiel obtenus à partir des simples masses et des effets de proximité dans l'espace euclidien, mais renforce surtout le poids des villes situées aux alentours, pour les quatre pays du Tableau 18 (nous reviendrons dans le paragraphe suivant sur ces villes). Il serait présomptueux de tirer des conclusions définitives à partir des données très rudimentaires que nous avons intégrées dans le modèle, néanmoins ces résultats s'inscrivent dans la lignée des études plus anciennes sur les liens entre développement économique et développement des réseaux de transports, qui concluent à des effets de rétroaction positive : la mise en place de réseaux performants ne bouleverse pas les dynamiques économiques et démographiques mais les renforce (Lévy 1997 p. 109, Garrisson 1990 p. 9-10, Bavoux et *alii* p. 45 et 206).

L'observation de la dorsale européenne au prisme de la longue durée permet de soulever deux remarques. La première concerne sa forme. Telle qu'elle apparaît sur la carte des potentiels en 1990, elle s'apparente à un « bloc de proximité » par rapport aux archipels dispersés dans le reste de l'Europe, correspondant notamment aux capitales dotées d'un aéroport international.

Les cartes précédentes (Figure 41), qui permettent de suivre la mise en place de la dorsale depuis 1800, suggèrent que ce bloc de proximité s'est agrandi progressivement grâce aux réseaux de transports routiers, puis ferroviaires et enfin aériens et ferroviaires à grande vitesse. Nous avons vu plus haut que, grâce à la révolution routière et aux canaux, Londres est désormais facilement connectée avec les grands bassins industriels des Midlands, à une portée de 300 ou 400 km. En 1850, par les réseaux ferroviaires qui couvrent la Belgique, la France, l'Allemagne ou les Pays-Bas, la portée des connexions régulières s'étend dans un rayon de 600 à 800 km. La dorsale actuelle, avec ses réseaux de transport continentaux centrés sur les trains rapides et les aéroports, permet des échanges faciles dans un rayon de 1000 à 1200 km. Ces résultats confirment ainsi l'existence de véritables « aires nodales » (Bavoux et *alii* 2005, p. 115), qui se sont développées autour des cœurs de l'économie-monde, à des échelles de plus en plus vastes.

Au-delà de ces aires nodales centrales, les périphéries sont caractérisées par des valeurs de plus en plus faibles, en poids relatif. A la fin du Moyen Age, les écarts des potentiels relatifs sont relativement peu élevés, entre les différentes zones d'Europe. Aux 19^{ème} et 20^{ème} siècles, les configurations obtenues sont très différentes : même si le pic de potentiel centré sur Londres se diffuse progressivement pour former la zone multi-polaire de la dorsale, les écarts entre centres et périphéries sont beaucoup plus intenses qu'au Moyen Age. Ils sont d'ailleurs encore plus forts que ceux calculés à partir de distances euclidiennes, les plus grandes villes étant généralement celles qui sont les mieux desservies par les réseaux de transport. A partir de la révolution industrielle, on assiste ainsi à un renforcement de l'hétérogénéité entre les différentes villes d'Europe. Cet accroissement des inégalités avait déjà été mis en évidence à partir de la simple variable de population (voir partie 2) mais devient encore plus manifeste lorsqu'on combine, dans ce modèle de potentiels, la variable de taille et celle de l'accessibilité des villes.

3.2 Structuration interne des systèmes par les réseaux : des discours à la matérialité des données

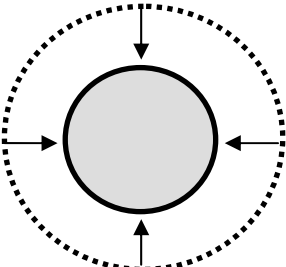
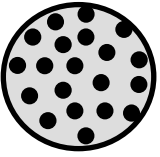
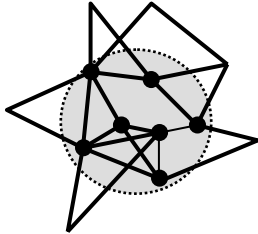
Les relations entre les réseaux d'échanges et la structuration interne des systèmes de villes questionnent les penseurs de l'espace depuis la révolution industrielle, et des débats récurrents accompagnent chaque grande innovation dans les technologies de communication. Depuis la révolution des transports au 19^{ème} siècle, certains penseurs de l'espace n'ont eu de cesse de souligner la victoire de l'homme sur la distance physique et d'annoncer le déclin des grandes villes. De manière apparemment paradoxale, c'est au contraire l'affirmation de ces dernières qui traverse ces deux derniers siècles, comme le rappellent des auteurs tels que Mackinder, Vidal de la Blache, Christaller ou d'autres. L'analyse des traces matérielles laissées par les réseaux suggère effectivement que, loin de mailler uniformément l'espace, les nouveaux tracés sillonnent le monde à chaque époque, en creusant des déformations déjà établies.

a Les théories urbaines, entre ubiquité et accroissement des inégalités

Les « discours de l'inédit » sont des représentations récurrentes des effets des nouvelles technologies de communication, qui apparaissent lors de la révolution des transports (début 19^{ème}), et qu'on retrouve ensuite avec la révolution de l'énergie (fin 19^{ème}) puis celle de l'information (années 1960-1970), en Europe comme aux Etats-Unis (Bretagnolle et Robic 2005-a). Ces discours procèdent pour partie des mêmes ressorts, en associant les innovations techniques à certaines constructions telles que la *mobilité généralisée*, la *centralité à distance*, la *dispersion du peuplement* dans de petites unités et *l'abolition des frontières* politiques et sociales (Tableau 19). Dans ces constructions, la vitesse des transports ou des transmissions anéantit la distance. A quelques exceptions près, ces discours reposent sur une vision négative des grandes villes, et tendent à construire un projet de société dans lequel la mobilité rendrait possible, grâce au télé-travail ou à son équivalent pour des époques plus reculées (l'usine au village, l'entreprise à la campagne, le *cottage office*...) un certain éparpillement du peuplement.

Tableau 19 : Révolution des technologies de communication et discours de l'inédit (1800-2000)

(Bretagnolle et Robic 2005-a)

LES THEMES RECURRENTS	1830-1840 : chemin de fer	1900-1930 : électricité	1960-1980 : télé- informatique
Une vision catastrophiste du présent	<i>La ville, lieu d'entassement, de dégradation des mœurs (Pecqueur, Lechevalier)</i>	<i>Gigantisme et uniformité (Kropotkine, Pinchot, Hart, Mumford), taudis (Geddes, Pinchot)</i>	<i>Chaos et désordre (Gutkind, Mac Luhan), déséquilibre (Chombart de Lauwe), engluement (Berry), confusion (Virilio)</i>
Des technologies révolutionnaires	<i>La victoire de l'homme sur la nature, la machine (Heine, Chevalier, Pecqueur)</i>	<i>La deuxième révolution industrielle (Pinchot, Geddes, Mumford)</i>	<i>La quatrième dimension (Gutkind), au delà de l'espace et du temps (Mac Luhan), l'espace-temps (Chombart de Lauwe, Berry, Virilio)</i>
La mobilité généralisée	<i>La mobilité des hommes et des marchandises (Pecqueur, Chevalier)</i>	<i>La mobilité de l'énergie (Pinchot, Mumford)</i>	<i>La mobilité de l'information (Mac Luhan, Webber, Chombart de Lauwe, Berry, Virilio)</i>
La centralité à distance	<i>L'usine à la campagne (Chevalier, Pecqueur)</i>	<i>L'usine et l'entreprise à la campagne (Kropotkine, Ford, Mumford)</i>	<i>Le bureau à la campagne, le télé-travail (Gutkind, Chombart de Lauwe, Berry, Virilio)</i>
La dispersion du peuplement	<i>La ville généralisée, (Pecqueur), l'équilibre régional (Perreymond)</i>	<i>Le village industriel (Kropotkine), la cité- jardin (Pinchot, Geddes), le peuplement des montagnes, la cité régionale (Mumford)</i>	<i>La fin des villes (Gutkind), la ville mondiale (Mac Luhan, Virilio), la contre- urbanisation (Berry), la communauté a-spatiale (Webber)</i>
Vers une nouvelle représentation du monde	<i>Le monde-point, contracté par la vitesse comme une peau de chagrin (Pecqueur, Chevalier)</i> 	<i>Le petit monde, la décentralisation, la multiplication des centres (Kropotkine, Geddes, Pinchot, Hart, Mumford)</i> 	<i>Le monde sans échelle (Gutkind, Webber), le mélange du local et du global (Mac Luhan, Virilio), le monde en réseau (Webber)</i> 

Il serait cependant réducteur d'envisager ces théories sous le seul angle des utopies anti-urbaines, et nous avons montré que certains textes sont riches d'observations sur les nouvelles

technologies de communication et sur la manière dont elles sont susceptibles de transformer l'espace. Lors de l'apparition de l'énergie mécanique et du chemin de fer, des ingénieurs saint-simoniens tels Michel Chevalier ou Constantin Pecqueur montrent qu'outre des considérations d'ordre quantitatif, mesurées très précisément par des comparaisons de temps de transport, de capacités de charge et de coûts d'acheminement, les innovations changent l'« aptitude au mouvement ». De même, les ingénieurs saint-simoniens sont les premiers à pressentir non seulement la généralisation du chemin de fer, mais aussi l'organisation des lignes en réseaux, couvrant peu à peu l'ensemble du territoire et s'articulant autour des grands nœuds urbains. En outre, nous avons rappelé plus haut l'intérêt des constructions proposées par Melvin Webber lors de la diffusion des réseaux d'énergie électrique et de la télécommunication. Sont discutées la pertinence d'une différenciation entre la ville et son hinterland, mais aussi des emboîtements de maillages (tels que les régions et les pays) ou encore des niveaux de centralité définis par Walter Christaller en 1933.

Face à ces discours, les théories urbaines qui mettent en avant l'accroissement des inégalités socio-spatiales bénéficient du recul de l'observation. A la fin du 19^{ème} siècle, Elisée Reclus, Halford Mackinder et Paul Vidal de la Blache mettent l'accent sur les grandes concentrations urbaines et le dépeuplement des campagnes, et étayent leur raisonnement à l'aide des recensements de population. Le chemin de fer marque pour eux l'apparition d'un processus de sélection géographique, d'un renforcement des inégalités entre les nœuds de la trame urbaine. Pour Paul Vidal de la Blache, on assiste à la « suppression des étapes devenues sans objet » et à « l'accumulation de ressources » que les nouveaux moyens de communication « concentrent sur quelques points » (1898 p. 110, cité dans Ozouf-Marignier et Robic 1995). Étudié par Halford Mackinder dans le cadre des Îles britanniques (1902), le processus de sélection géographique adopte différentes modalités : un court-circuitage de petites villes en position d'étapes dans les réseaux de transport rapide, une croissance sélective affectant, cette fois de manière positive, les villes situées dans le voisinage d'une métropole, l'émergence de régions urbaines (*urban areas*), sortes de « fédérations » ou de « communautés » urbaines unies par des intérêts communs et par des complémentarités permettant l'existence de villes spécialisées d'un nouveau genre (telles les villes touristiques ou universitaires de la région de Londres).

A partir des années 1930, une nouvelle génération de penseurs de l'espace revient sur ces processus de court-circuitage, en les précisant à l'aide d'études régionales. Le géographe anglais Robert E. Dickinson étudie l'évolution de la distribution et des fonctions des plus petits centres urbains de l'East Anglia (1932, cité dans Bretagnolle et Robic 2005-b). Comparant des cartes des centres existants en 1830 et dans les années 1929-1930, il souligne la raréfaction des lieux d'échanges au cours du temps et attribue la disparition des plus petits d'entre eux à une concentration qui s'est effectuée en raison de l'amélioration des conditions de circulation. De manière plus systématique, Walter Christaller montre que l'amélioration des techniques de transport, en particulier le chemin de fer, donne un avantage systématique aux grandes villes (1933, p. 101). Elles profitent de la diminution des coûts de transport et de

la spécialisation croissante des produits, ce qui leur permet d'élargir progressivement leur aire de chalandise. L'auteur remarque en outre que même si les trajets sont plus chers, ils peuvent être rentabilisés par la pratique des achats groupés et par des prix à la vente globalement moins élevés que dans les petites localités, aboutissant à une « distance économique » moindre au grand centre (p. 105). Reprenant les travaux de Christaller et de Lösch, Etienne Juillard élabore une théorie évolutive des « gabarits » régionaux et de la structuration inter-urbaine, où les mutations des technologies des transports interfèrent avec d'autres transformations, par exemple l'élévation du niveau de consommation : « La civilisation industrielle avait légué une structure régionale en étroites cellules, un espace 'maillé'. Les chemins de fer ont permis un premier élargissement, accompagné d'une hiérarchisation plus accusée des centres. La civilisation 'post-industrielle' s'accompagne de nouveaux cadres qui dès maintenant s'esquissent. » (Juillard 1974, p. 102).

La diffusion des trains rapides et des avions s'accompagne de nouvelles constructions théoriques soulignant l'hétérogénéité croissante de l'espace. Un vocabulaire est créé pour décrire un nouvel espace de relation, autour de termes tels que l'« effet-tunnel » (« entre deux nœuds de grands réseaux modernes, il existe une sorte de raccourci technologique qui permet de se rendre de l'un à l'autre dans des conditions de temps ou de coûts bien inférieures à ce qu'il faudrait supporter si l'on traversait la totalité de l'espace qui les sépare », Plassard, 1995) ou « l'économie de l'archipel » (Veltz 1996) : à propos des « métropoles-régions » s'articulant en réseau, notamment en France, ce dernier évoque une structure originale, « fonctionnant de plus en plus comme une sorte de métropole en réseau, à l'échelle du territoire entier, puissamment aidée en cela par l'effet TGV » (p. 45-46). Les déformations engendrées par la prise en compte des distances-réseaux, exprimées en temps ou en coût de transport, sont telles que c'est la continuité même de l'espace géographique qui est remise en cause : celui-ci se disloque littéralement sous l'effet des nouveaux réseaux, les positions relatives des lieux couissant le long des axes, pour n'avoir finalement qu'un lien lointain avec leur position géométrique de référence dans l'espace topographique ou euclidien⁶⁵. Loin de dessiner un monde plat, les réseaux d'échanges mettent au contraire en évidence un espace géographique de plus en plus complexe (Chamussy 2003, p. 68). Bien des auteurs soulignent alors l'aporie qui résulterait d'une approche en tant qu'espace-support, formé d'un empilement de trames superposées (milieu physique, utilisation du sol, réseaux de communication, points nodaux des villes) (Perreur 1989, p. 117, Pumain 1993, p. 138). Aborder l'espace géographique comme étant relativisé par un certain type de distance (distance-réseau, distance-temps, distance-coût ou distance cognitive, Huriot, Perreur 1990, p. 234) rend mieux compte des relations complexes qui s'établissent entre les lieux. Par exemple, le télescopage des échelles (Offner 2000) produit par la dilatation des territoires urbains et par la contraction de l'espace des échanges inter-urbain donne un statut ambigu à

⁶⁵ Les cartes à métrique temporelle mises au point pour représenter les distances-réseaux sont de plus en plus complexes. On peut citer par exemple les anamorphoses multipolaires (réalisées notamment au Laboratoire Images et Ville de Strasbourg, notamment sous l'impulsion de Colette Cauvin) et les cartes dites « en relief » (réalisées au Laboratoire du Cesa de Tours, dans l'équipe de Philippe Mattis, notamment par Alain L'Hostis, 1996) (Bretagnolle 2005-a).

certaines lieux : Lille ou Reims doivent-ils être perçus comme une simple banlieue de Paris ou comme des pôles d'envergure régionale, nationale ou internationale ? (Bretagnolle 2005-b).

Les analyses empiriques confirment certaines hypothèses théoriques. Ainsi, le Tableau 20, construit à partir des vitesses moyennes de déplacement entre Paris et les principales villes de province (Figure 39), montre que les écarts se creusent de plus en plus entre les villes, d'un réseau de transport à un autre. Les liaisons entre Paris et Le Havre, Brest, Limoges ou Clermont deviennent relativement moins performantes que celles réalisées vers Lyon, Marseille, Bordeaux ou Lille.

Tableau 20 : Coefficients de variation (en %) calculés pour la distribution des vitesses de transport entre Paris et les principales villes de province (19^{ème} – 20^{ème} siècles)
(Bretagnolle 2003)

	Diligence	Train	Avion
1814	3		
1834	8		
1870		12	
1900		14	
1930		11	
1950		8	
1970		10	27
2002		30	15

Cette différenciation est certes due, en premier lieu, à la diffusion hiérarchique des nouveaux transports dans l'espace des villes. La théorie de la diffusion spatiale des innovations, formulée par T. Hägerstrand (1952) et vérifiée maintes fois à propos des systèmes de villes, notamment par A. Pred (1973-b), trouve ici une nouvelle illustration. L'évolution du coefficient de variation reflète ainsi les cycles d'innovation et de diffusion, avec un accroissement brutal lors de l'adoption par certaines villes du TGV ou des liaisons aériennes puis une diminution au fur et à mesure que se répandent ces nouvelles technologies. Cependant, contrairement aux théories ubiquistes présentées plus haut (Tableau 19), les différentiels d'accessibilité, loin de se résorber, se maintiennent au cours du temps : les écarts s'accroissent lentement, au delà des temporalités propres à chaque réseau. Les coefficients de variation passent ainsi d'environ 10% à près de 30% en fin de période, et l'on peut imaginer ce que donneraient les chiffres si l'on appréhendait l'ensemble de la hiérarchie urbaine et non plus seulement les grandes villes de province. Alors que la route pavée ou équipée de relais n'introduisait que des différences mineures entre les vitesses atteintes par les diligences, celles-ci varient aujourd'hui de 90 km/heure (par route nationale) à près de 1000 km/heure (par avion) et l'articulation dans certains nœuds de plusieurs types de réseaux rapides accroît encore davantage ces différences d'accessibilité. Une étude plus fine de l'articulation entre villes et réseaux de transport, depuis la révolution routière du 18^{ème} siècle, s'impose donc.

b Routes postales et différenciation de l'espace des villes (France, 16^{ème}-19^{ème} siècles)

Les routes de poste qui se développent dans l'Europe médiévale constituent un ensemble de liens essentiels non seulement dans le domaine de l'administration mais aussi dans celui de l'économie. Pour les marchands ou banquiers établis en ville, la poste permet d'acheminer des instructions commerciales, des moyens de paiement, des documents comptables, des renseignements sur le niveau des prix ou du crédit, sur l'importance des récoltes à venir ou sur les arrivées de marchandises (Lepetit et Cauvin 1987). La correspondance constitue un aspect capital de l'activité du marchand, et dès cette époque on peut suggérer une relation entre la qualité de l'accès à l'information et le dynamisme économique (Lepetit 1988, p. 313). Nous avons rappelé plus haut les modifications importantes de l'espace des échanges entraînées par la mise en place d'un véritable réseau routier, dans la deuxième moitié du 18^{ème} siècle (partie 3.1.b). Deux temporalités se croisent donc, celle d'un jeune réseau qui réorganise l'espace des échanges, et celle du réseau historique des villes constitué déjà depuis plusieurs siècles dans son semis et dans sa hiérarchie. Plusieurs historiens ont proposé de donner une « interprétation de l'évolution des villes en fonction du réseau routier » (Livet 1959) et d'analyser les effets de cette « modification de la surface du transport sur le destin des unités urbaines » (Lepetit 1988 p. 288). Nous abordons nous-mêmes cette question, à partir des méthodes de l'analyse spatiale et d'une collection conséquente de matériaux sur lesquels nous travaillons depuis 2002 avec Nicolas Verdier et Timothée Giraud.

Le réseau des routes de poste développé en France⁶⁶ se caractérise par une longévité exceptionnelle, puisque les premières listes de relais qui nous parviennent datent du 16^{ème} siècle et que la dernière ligne n'est fermée qu'en 1873. C'est un réseau d'échange public de l'information, même si l'utilisateur premier en est la monarchie : jusqu'au 18^{ème} siècle, l'essentiel du courrier transporté par le système postal relève de l'administration. Néanmoins, la part du courrier des particuliers s'affirme peu à peu. De même, outre sa fonction initiale d'échange de l'information, le réseau postal se double progressivement d'une fonction de transport : les diligences réservées au courrier postal accueillent des voyageurs privés, notamment à partir de la fin du 18^{ème} siècle (Belloc 1886, Desportes 2005).

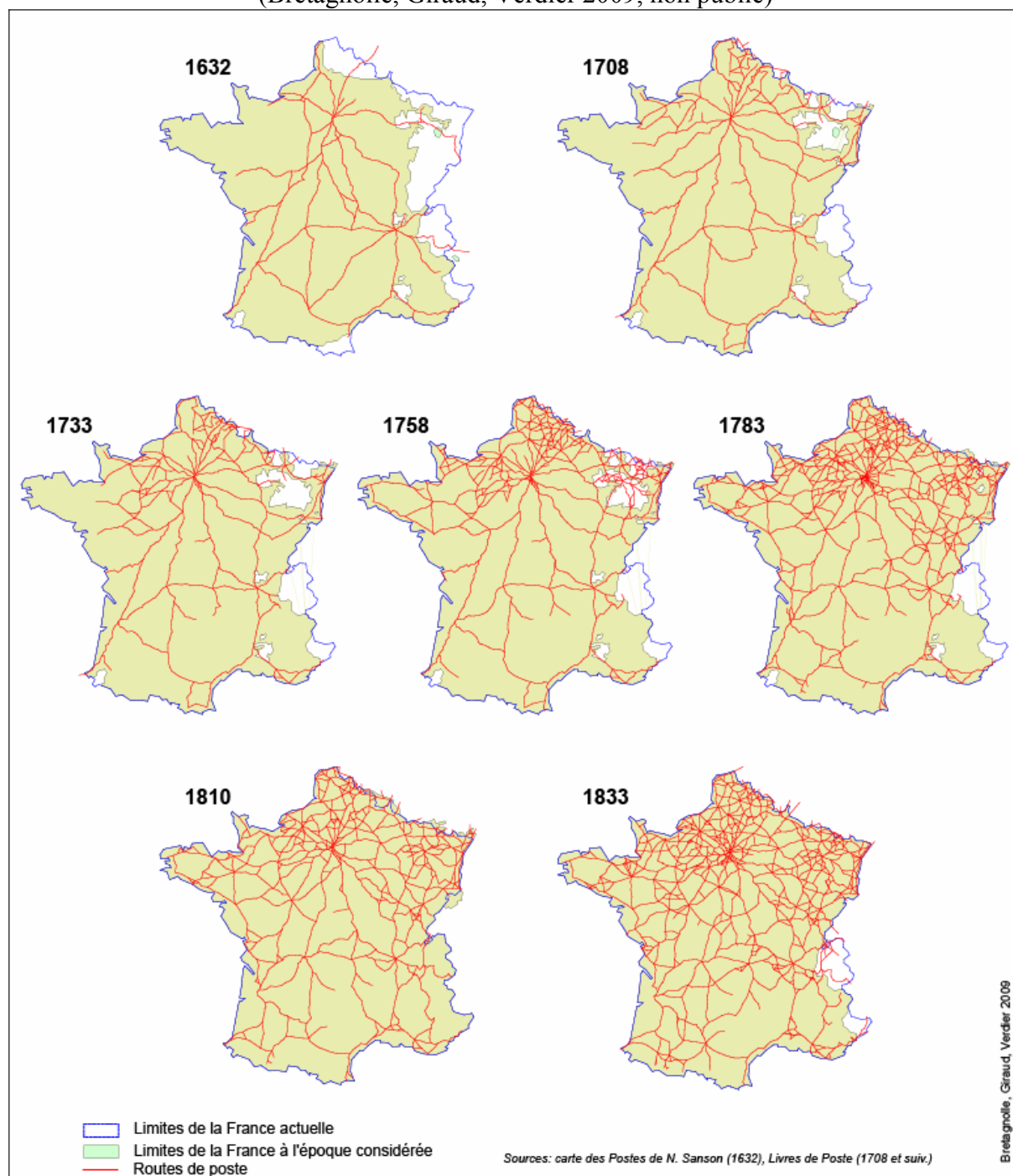
Si les sources concernant les flux postaux sont assez rares avant le 19^{ème} siècle⁶⁷, celles relatives à la morphologie du réseau sont plus abondantes. On peut ainsi reconstituer les itinéraires fréquentés par les chevaux de poste dès 1584, d'après un manuscrit donnant la liste des relais (*l'Etat des Postes Assises sous Henri IV*, Marchand 2003). De même, en 1632, le géographe Nicolas Sanson élabore une carte des routes postales (Arbellot 1979, Palsky 1996). A partir de 1708, il est possible de consulter aux Archives du Musée de la Poste la longue

⁶⁶ On considère ici la poste aux chevaux, constituée par l'ensemble des relais tenus par des « maîtres de poste ». Ceux-ci détiennent un certain nombre de chevaux qu'ils mettent à la disposition du système, par lequel des postillons conduisent les chevaux loués jusqu'au relais suivant puis les ramènent. La poste aux lettres, quant à elle, regroupe l'ensemble des bureaux dans lesquels les usagers déposent ou retirent le courrier acheminé depuis le relais le plus proche (Bretagnolle et Verdier 2005).

⁶⁷ On trouvera dans Cauvin et alii 1987 l'exploitation d'une enquête datée de 1763, donnant les temps d'acheminement du courrier entre une cinquantaine de villes.

série des « Livres de Poste », sorte de guides donnant la liste précise des relais et des longueurs postales permettant notamment le calcul du coût d'acheminement de la lettre (Bretagnolle et Verdier 2007). La saisie de ces relais à différentes dates dans un Système d'Information Géographique permet de suivre l'évolution de la forme de ce réseau dans la longue durée. Cette numérisation a été réalisée entre 2003 et 2006 avec Nicolas Verdier et Timothée Giraud (Figure 43). Les dates choisies n'ont d'autre intérêt que d'introduire des coupes régulières pour suivre l'évolution du réseau tous les 25 ans.

Figure 43 : L'évolution des routes de poste en France, de 1632 à 1833
(Bretagnolle, Giraud, Verdier 2009, non publié)



L'étude de l'articulation entre le réseau des routes postales et celui des villes repose sur plusieurs types de données. Tout d'abord, celles concernant le semis des villes et leur hiérarchie. Nous utilisons les informations fournies par Paul Bairoch et ses collaborateurs (1988), Bernard Lepetit (1988), René Le Mée (1971) et le recensement de 1831. Le Tableau 21 donne ainsi l'évolution du nombre de villes de plus de 10 000 habitants entre 1600 et 1831. Du côté des routes, nous considérons non seulement les relais, mais aussi les segments tracés à vol d'oiseau entre ces lieux, au moyen du S.I.G. Des variables différentes peuvent alors être produites, par exemple la densité de tronçons par maille (une fois appliqué un carroyage sur le territoire français⁶⁸) ou la nodalité de chaque relais. Les deux indicateurs de la dimension du réseau, présentés dans le Tableau 21, montrent que celui-ci s'étend de manière considérable, surtout à partir de 1758. Selon Patrick Marchand, la longueur maximale du réseau serait atteinte au milieu des années 1850, avec 1997 relais et près de 35 000 km de routes (Marchand 2003).

Tableau 21 : Quelques indicateurs simples de la dimension du réseau postal et de son articulation avec le réseau des villes (France, 17^{ème} – 19^{ème} siècles)
(Bretagnolle 2009, non publié)

	Longueur totale (en km)	Nombre de relais	Nombre total de villes de plus de 10 000 habitants	Dont équipées d'au moins un relais
1632	7 350	638	42	28
1708	10 668	822	68	56
1733	11 805	877		
1758	16 361	1091	70	64
1783	23 610	1410	88	83
1810	20 505	1279	84	81
1833	28 213	1504	93	89

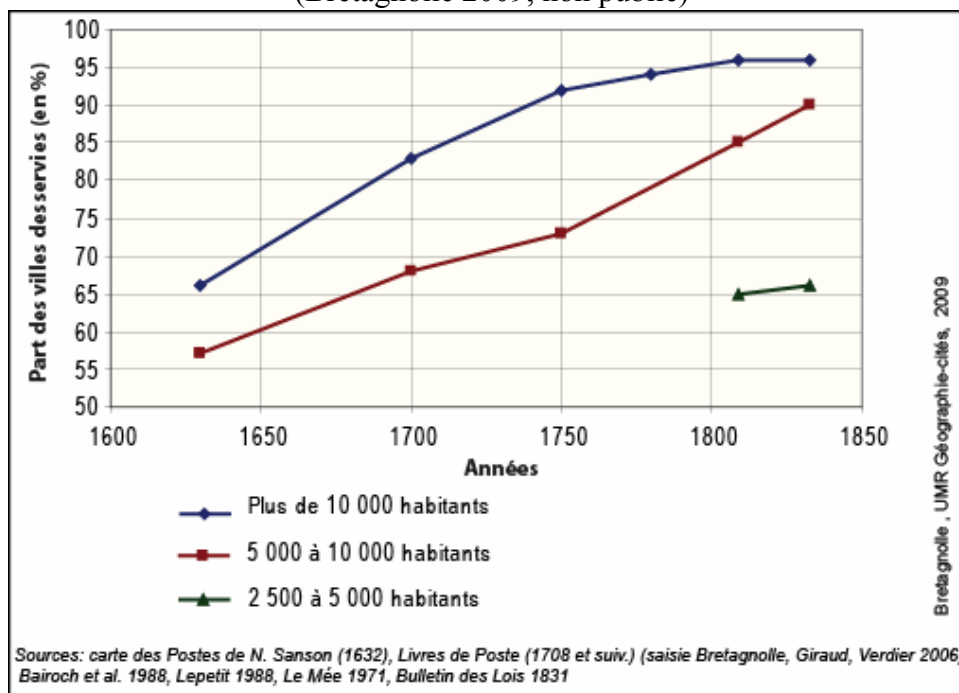
Sources : Pour les relais, Carte de Nicolas Sanson (1632) et Livres de Poste (saisie 2006) ; Pour les populations, Bairoch et alii 1988 (aux dates : 1600, 1700, 1750), Lepetit 1988 (dates 1780 et 1794), Le Mée 1971 (date 1809) et Bulletin des Lois (1831). La diminution du nombre de grandes villes entre 1783 et 1810 est observée, de manière plus générale, à la fin du 18^{ème} siècle et au début du 19^{ème} siècle, en France (Lepetit 1988) mais aussi dans d'autres pays d'Europe caractérisés par des crises (guerres, famines, révolutions...) (Bairoch 1985).

Un premier questionnement porte sur la diffusion de l'innovation postale dans la hiérarchie urbaine. Peut-on reconnaître les mêmes processus de diffusion hiérarchique que ceux

⁶⁸ Nous avons utilisé trois types de carroyages, selon les analyses : un découpage de la France en 8 mailles et en 116 mailles (utilisés pour l'indice d'inégalité de Hoover, présenté plus loin) et un découpage en 900 mailles (utilisé pour l'indice d'accessibilité de Shimbél, présenté plus loin).

identifiés par exemple pour le réseau ferroviaire, au 19^{ème} siècle, ou plus tard pour le réseau aérien et celui des trains rapides (Bretagnolle 2003) ? La construction d'un indicateur simple, le taux de desserte par classe de taille, donne quelques éléments de réponse. Il s'agit de calculer, pour chaque date, la part des villes équipées d'un relais de poste, une fois celles-ci réparties dans trois classes de population : les villes de plus de 10 000 habitants, celles comptant 5000 à 10 000 habitants et les villes de 2500 à 5000 habitants. Pour cette dernière catégorie, les calculs ne sont proposés que pour les années 1810 et 1830, les sources ne permettant pas de remonter au-delà. Précisons aussi que pour les villes de 5000 à 10 000 habitants, les estimations fournies dans la base Bairoch sont assez approximatives. Néanmoins, les résultats obtenus mettent nettement en évidence un processus de diffusion hiérarchique. Les grandes villes sont quasiment toutes connectées dès 1750 ; les villes moyennes rattrapent assez brutalement leur retard lors des grands travaux routiers de la deuxième moitié du 18^{ème} siècle ; deux-tiers seulement des petites villes sont desservies dans les années 1810, et ce chiffre stagne ensuite (on passe de 65% en 1810 à 66% en 1833) (Figure 44).

Figure 44 : Une diffusion hiérarchique de l'innovation postale. Evolution du taux de desserte des villes françaises par classe de taille
(Bretagnolle 2009, non publié)



Dans l'histoire d'une ville, la date à laquelle celle-ci a été rattachée à un réseau constitue un événement important, mais celui-ci doit être relativisé par la prise en compte de la forme générale du réseau. Les rentes de situation constituées par l'existence de plusieurs routes convergentes, qui multiplient les possibilités d'échanges à longue distance, ou, à l'opposé, les pertes d'accessibilité qui se produisent parfois sur certaines routes jugées peu rentables et

abandonnées par l'institution postale, sont autant d'approches qui complètent utilement la formulation binaire que nous avons donnée plus haut à la question de la desserte. La forme du réseau postal peut être décrite par un indicateur simple, celui de la variable de nodalité discrétisée en quatre classes : la première regroupe les villes en situation *d'écart* (non desservies), la deuxième correspond aux villes en situation d'étape (1 lien : culs de sac, ou deux liens), la troisième pour les carrefours simples (3 ou 4 liens convergents) et la quatrième pour les carrefours multiples (5 liens et plus). D'autres types de différenciations sont certes importants, par exemple la fréquence quotidienne ou hebdomadaire des diligences postales (quelques données sont publiées dans Belloc 1886, mais nous ne les avons pas encore traitées) ou la vitesse relative sur chaque route de poste. Sur ce dernier point, nous avons émis l'hypothèse que l'inégale densité des relais, sur chaque route, n'était pas liée au hasard mais constituait un indice de la rapidité des courriers (Bretagnolle et Verdier 2005-b) : la route de Marseille à Paris se caractérise par de nombreux relais, espacés en moyenne de 6 à 7 km, ce qui permet par exemple d'acheminer rapidement vers la cour les fruits et légumes frais de la Méditerranée (Belloc 1886). Au contraire, les routes nouvellement « montées en poste » ou traversant des régions jugées peu dynamiques, sont caractérisées par des espacements très grands, de l'ordre de 20 km (le record est établi pour l'Auvergne, où il faut parfois attendre 50 km avant le prochain relais). À défaut de précisions sur le temps réel d'acheminement du courrier, nous proposons de décrire la forme du réseau en utilisant la simple variable de nodalité routière discrétisée en quatre classes, que nous complétons néanmoins par des données sur le transport par voie d'eau. En effet, une partie importante du transport dans la France pré-industrielle se fait par cabotage (Lepetit 1984). Certes les rythmes sont différents et la nature des produits transportés n'est pas toujours identique (voir partie 3.1.a). Cependant, la prise en compte de ce type de transport permet de corriger un biais important dans l'indice de nodalité postale, qui désavantage fortement les ports maritimes (en situation de cul-de-sac) ou restitue mal la qualité de l'accessibilité des villes situées le long d'un canal⁶⁹. Reprenant les données fournies par Bernard Lepetit (ibid. p. 103), nous avons donc construit un *indice d'accessibilité* en additionnant, pour chaque ville, la nodalité routière et la nodalité induite par la présence d'un port ou d'un canal importants : pour cela, nous avons ajouté deux liens (un entrant et un sortant) pour les 18 principaux ports maritimes des 18^{ème} et 19^{ème} siècles et, en fin de période, pour 4 étapes situées le long du canal du Midi (Montpellier, Béziers, Carcassonne, Toulouse). Une discrétisation en quatre classes a ensuite été réalisée, selon les principes présentés plus haut (écart, étape, carrefour simple et carrefour multiple).

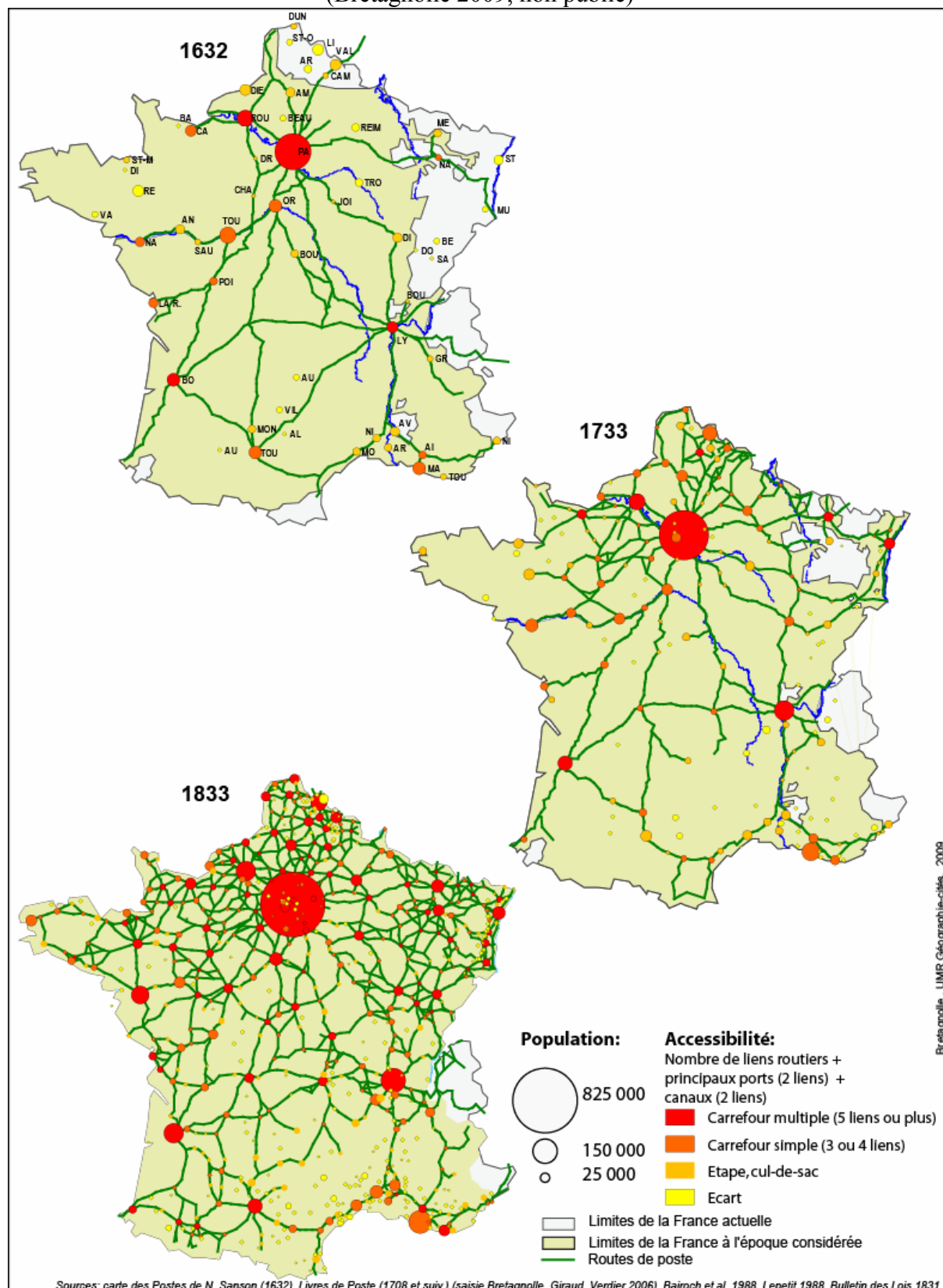
Trois cartes, réalisées à un siècle d'intervalle (Figure 45) révèlent une imbrication de plus en plus étroite entre le réseau postal et la trame urbaine, selon une sorte de processus d'adaptation mutuelle des deux formes⁷⁰. En 1632, l'articulation est encore peu affirmée : on observe des villes dotées d'une accessibilité bien plus élevée que ne le laisserait supposer leur

⁶⁹ Pour que l'analyse soit complète, il faudrait ajouter les principaux ports fluviaux. Ceux-ci sont néanmoins largement pris en compte à travers l'indice de nodalité routière car ils correspondent le plus souvent à des carrefours routiers.

⁷⁰ Nous avons vérifié par un test de X² l'existence d'une relation statistique (avec une marge d'erreur de 5%) entre niveau d'accessibilité (écart, étape, carrefour simple et carrefour multiple) et taille des villes (petites, moyennes et grandes), pour ces trois époques.

taille (Lyon) ou au contraire relativement faible par rapport à leur rang hiérarchique (Rennes, Dieppe, Avignon, Montauban). En 1733, les liens sont plus étroits, mais respectent néanmoins la grande ligne de facture entre France du nord et France du sud décrite par Bernard Lepetit (1988) pour le début du 19^{ème} siècle, et que nous avons suivie depuis sa naissance, au début du 18^{ème} siècle (Bretagnolle 2005). En 1833, on observe encore ce déséquilibre, mais l'impression qui domine alors est celle d'un réseau dont les nœuds principaux coïncident avec les grands pôles urbains régionaux, quelle que soit leur localisation.

Figure 45 : Accessibilité et taille des villes dans la France pré-industrielle, à un siècle d'intervalle (17^{ème}-19^{ème} siècles)
(Bretagnolle 2009, non publié)



Les cartes montrent ainsi que dans ce processus d'adaptation mutuelle, l'accessibilité dépend non seulement du rang hiérarchique mais aussi de l'appartenance régionale. Cette caractéristique tient au fait que le réseau postal constitue le canal principal par lequel se projette dans l'espace un Etat en train de se constituer (Verdier 2007). *Avant d'aboutir à la forme bien connue du réseau en étoile autour de Paris et articulé selon la hiérarchie des nœuds urbains, il a fallu construire cette configuration pièce par pièce, région par région, en suivant à la fois des objectifs d'administration territoriale mais aussi des stratégies militaires, poussant à densifier le réseau en direction de certaines frontières.* Alors que l'adaptation de la forme du réseau aux réalités démographiques et économiques est avérée pour la période 1810-1830 (l'administration de la Poste n'accédant aux nombreuses demandes d'ouvertures de relais que lorsque ceux-ci sont situés sur les itinéraires les plus fréquentés, Marchand 2004), elle est moins établie pour les périodes précédentes⁷¹. Dans la lignée des travaux de Bernard Lepetit (1984, 1988) sur l'évolution des dénivellations régionales dans la surface du transport, nous proposons donc un deuxième axe d'investigation pour mieux comprendre la relation entre réseau postal et trame urbaine.

L'évolution des dénivellations régionales dans l'accessibilité postale entre les régions peut être abordée, dans un premier temps, au moyen d'un indicateur simple, l'indice d'inégalité de desserte, que nous avons adapté à partir de travaux plus anciens sur la concentration de la population dans un territoire⁷² (Bretagnolle 1996 et 2005). Les résultats de cet indice, appliqué à deux types de carroyage, sont assez différents, à première vue (Figure 46). Pourtant, une observation plus fine montre que les différences principales portent sur la seule période 1632-1708. Dans un cas, les inégalités de desserte entre les mailles augmentent, dans l'autre cas elles diminuent. Nous n'avons pas encore interprété cette divergence et des analyses complémentaires doivent être apportées. En revanche, à partir de 1708, les profils des courbes sont très semblables. Ils mettent alors en évidence deux grandes phases, une première caractérisée par un accroissement des déséquilibres entre les régions jusqu'au milieu du 18^{ème} siècle puis une seconde marquée par un rééquilibrage progressif.

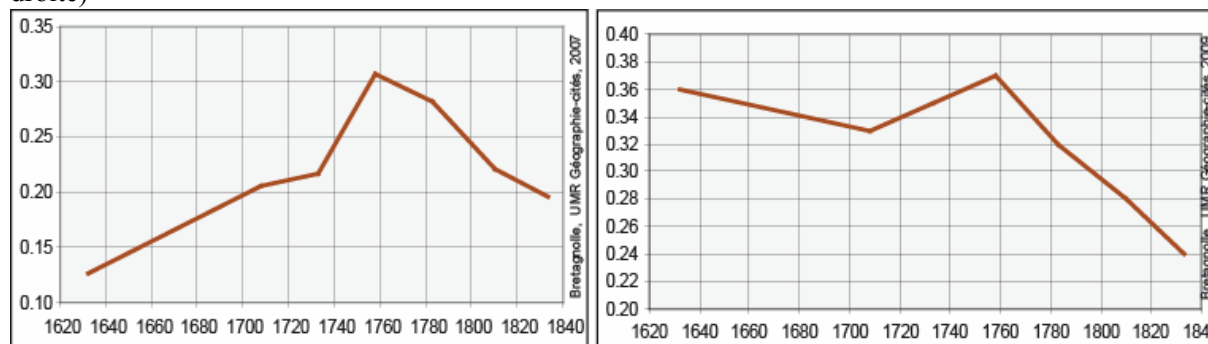
⁷¹ On trouve néanmoins des exemples indiscutables. Ainsi en est-il de la densification du réseau postal autour des ports de l'Atlantique, liée aux échanges de courrier avec les comptoirs coloniaux et à la Compagnie des Indes.

⁷² L'indice de concentration de la population évalue l'importance des écarts entre deux distributions statistiques, la distribution observée et une distribution théorique correspondant à l'équirépartition (Bretagnolle 1996). Dans le cas du réseau des routes postales, la distribution observée est celle des densités de tronçons par maille (somme des longueurs en kilomètres rapportée à la surface en km²), une fois considéré un découpage de la France selon une grille uniforme. L'indice d'inégalité de desserte s'écrit : $INEG = 0.5 \times \sum |d_i - d_n|$, où d_i désigne la densité de tronçons dans la maille i et d_n la densité moyenne de tronçons pour l'ensemble de la France. Grâce au coefficient de pondération 0.5, l'indice est borné entre 0 (équirépartition) et 1 (concentration maximale). Nous avons calculé l'indice pour deux grilles, la première selon un découpage en grandes régions (8 mailles) et la seconde selon un découpage de type départemental (100 mailles).

Figure 46 : Evolution d'un indice d'inégalité de desserte postale selon deux découpages, de type régional et départemental (France, 17^{ème}-19^{ème} siècles)

(Bretagnolle 2009, non publié)

- Indice de Hoover calculé selon un carroyage en 8 mailles (à gauche), en 116 mailles (à droite)



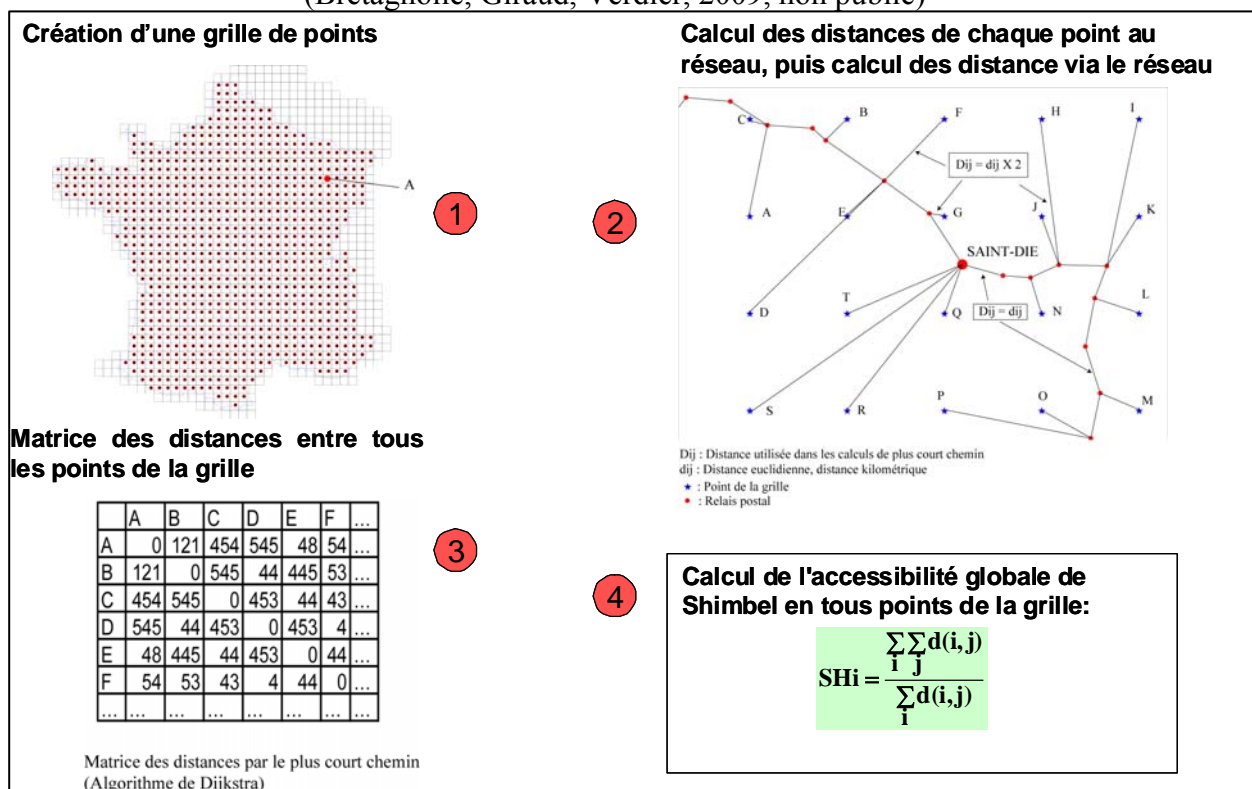
Un autre indicateur, le centre de gravité du réseau postal⁷³, souligne le même type d'évolution : ce dernier se déplace nettement vers le nord jusqu'au milieu du 18^{ème} siècle, indiquant une densification du réseau au profit des régions septentrionales, puis redescend vers le sud, se rapprochant alors du centre géométrique de la France (Bretagnolle et Verdier 2005).

Ces premiers résultats, qui portent sur l'ensemble de la distribution des densités de tronçons, peuvent être précisés par l'utilisation d'un indice d'accessibilité globale, celui de Shimbel (Pumain et Saint-Julien 1997, p. 110). Cet indice est construit à partir de l'estimation d'une distance totale, par le plus court chemin, entre un point du territoire et l'ensemble des autres points (en tout, environ 900 points répartis dans une grille carrée, selon un pas de 25 km, voir Encadré 3). Il s'agit ici d'une distance-réseau, pondérée par une vitesse de circulation. Deux types de liens sont en effet considérés, les tronçons routiers (vitesse de 7 km/heure, voir partie 3.1.a) et les liens permettant de se rabattre vers le tronçon le plus proche (vitesse deux fois plus lente, soit 3,5 km/heure, voir 3.1.a). Ces estimations sont rudimentaires mais elles permettent de tenir compte de la différenciation de l'espace introduite par le réseau postal.

⁷³ Le calcul du centre moyen ou centre de gravité (Pumain et Saint-Julien 1997, p. 54) est effectué à l'aide d'un carroyage en 80 mailles. La distribution des points considérés est celle des centroïdes de chaque maille, pondérés par la longueur totale des tronçons routiers.

Encadré 3 : L'accessibilité en tout point de la France par le réseau des routes de poste, par l'indice de Shimbél

(Bretagnolle, Giraud, Verdier, 2009, non publié)



En outre, nous avons repris la méthode décrite par Nadine Cattán et Claude Grasland (1997 tome 1, p. 24) pour mettre en évidence l'accessibilité propre au réseau, c'est-à-dire celle se distinguant de l'accessibilité naturelle ou géométrique des lieux. Cette dernière donne au centre de la France des valeurs très élevées alors même qu'il s'agit des régions les plus enclavées du pays à l'aube de la révolution industrielle. Pour chaque point de la grille, l'indice de Shimbél obtenu par les distances-réseau est donc divisé par l'indice de Shimbél obtenu par des distances à vol d'oiseau (Encadré 4). Les valeurs résultant de ce rapport⁷⁴ (carte C et Figure 47, partie supérieure) sont supérieures à 1, donc dans des couleurs chaudes, lorsque le réseau postal améliore l'accessibilité naturelle. Elles sont inférieures à 1, et donc dans des couleurs froides, dans le cas contraire. Une seconde série de cartes (Figure 47, partie inférieure) donne l'évolution relative de l'indice de Shimbél obtenu par les distances-réseau. Elle permet de se concentrer sur les innovations introduites d'une période à une autre, même si celles-ci n'ont, dans l'absolu, qu'un effet minime sur la configuration générale des positions relatives.

⁷⁴ Le rapport obtenu est nommé « indice d'efficacité » par Nadine Cattán et Claude Grasland. Nous n'avons pas repris cette expression car nous ne partons pas, comme eux, d'une accessibilité en temps de transport mais d'une accessibilité en distance-réseau. Si les cartes de la Figure 47 révèlent bien un effet propre au réseau postal, il est difficile de les interpréter en termes d'efficacité postale alors qu'on n'a pas de données sur la vitesse réelle des transports.

Encadré 4: Une méthode pour identifier l'effet propre du réseau postal dans l'accessibilité des lieux (d'après Cattan et Grasland 1997)
(Bretagnolle, Giraud, Verdier 2009, non publié)

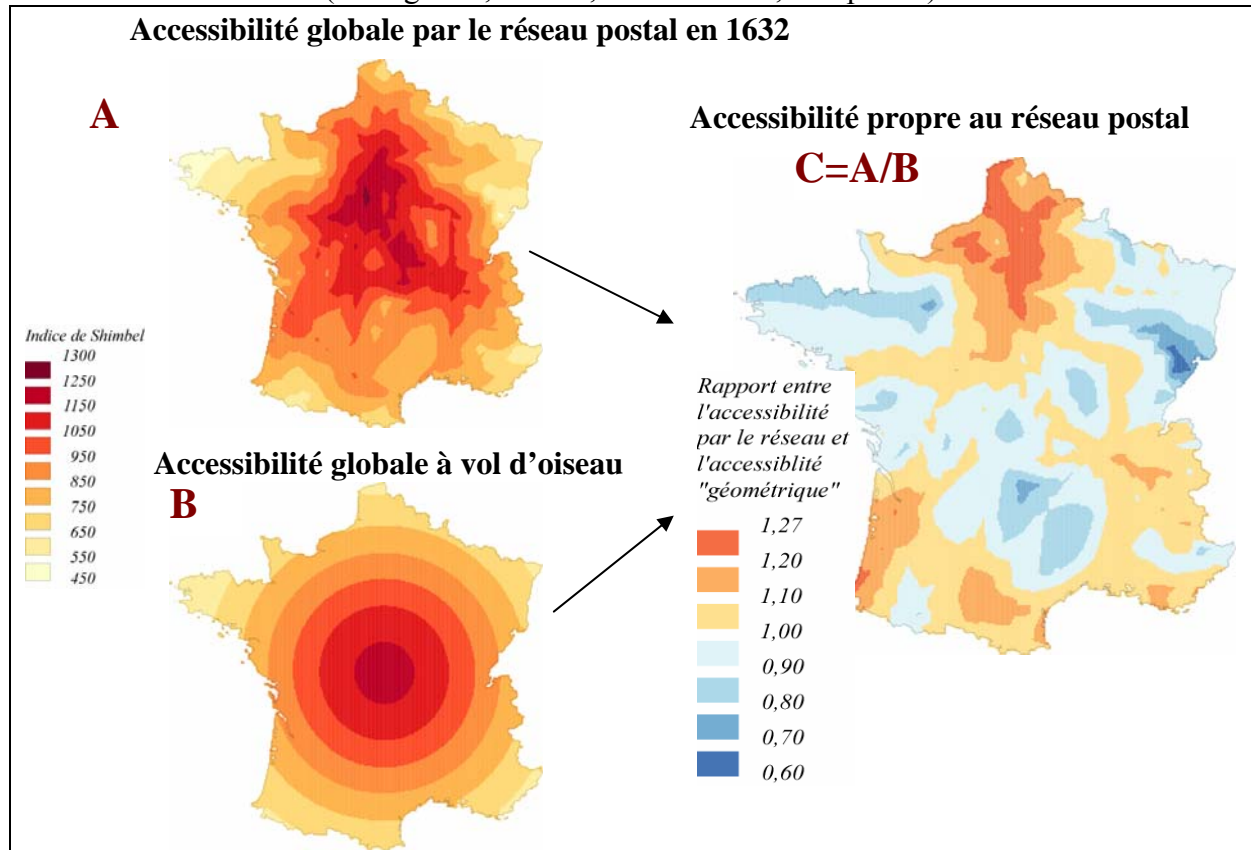
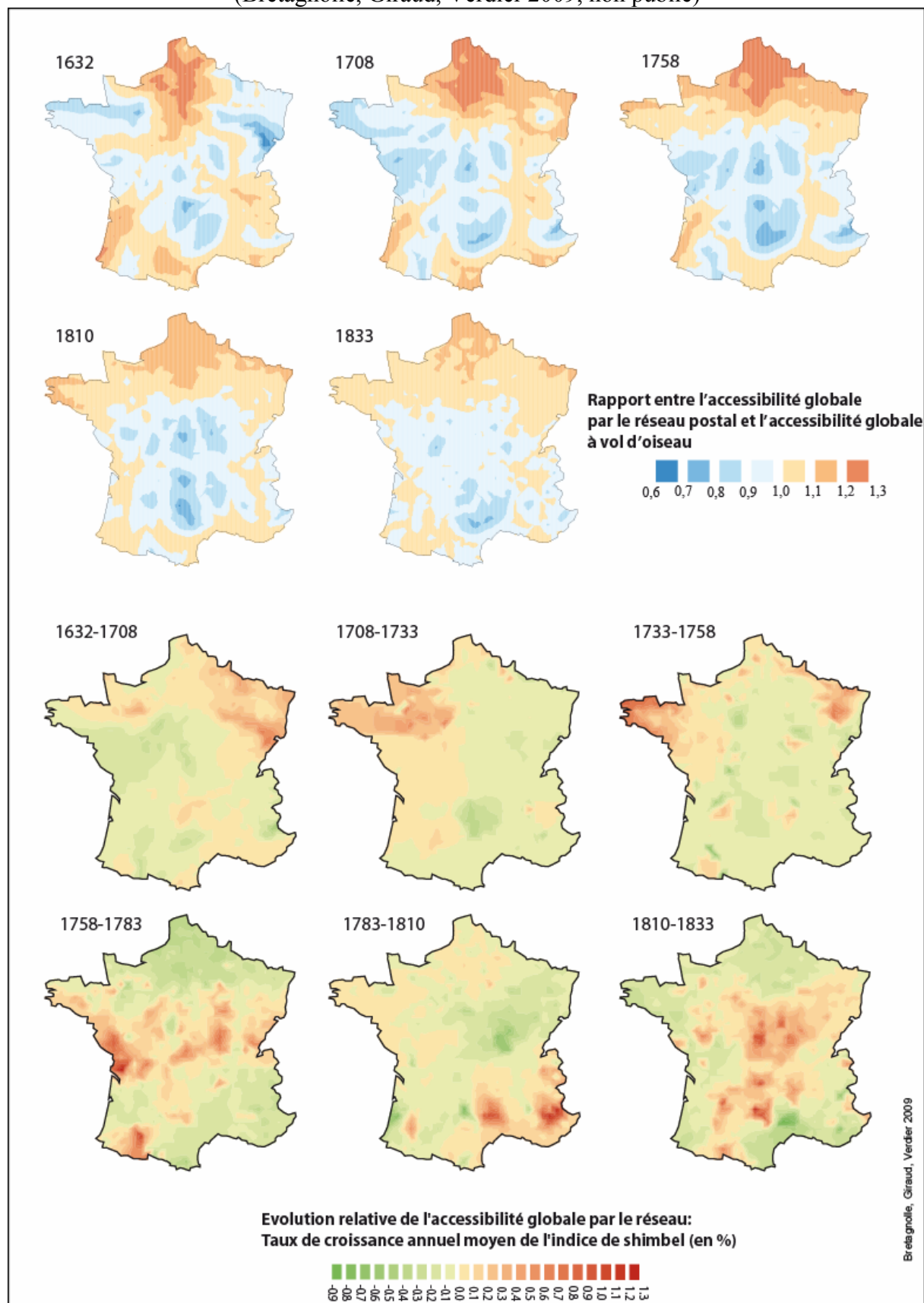


Figure 47 : L'effet du réseau postal sur l'accessibilité globale des lieux, mesurée par l'indice de Shimbel (France, 17^{ème}-19^{ème} siècles)
(Bretagnolle, Giraud, Verdier 2009, non publié)



Les résultats sont nets : *alors que la carte de 1632 laisse une large place aux héritages naturels (vallées du Rhône et de la Saône, vallée de la Loire, vallée de la Garonne, littoraux méditerranéen et sud-atlantiques), ceux-ci s'effacent peu à peu devant les actions d'aménagement impulsés par le pouvoir.*

Dans un premier temps, celles-ci visent à construire du territoire à proximité immédiate de la cour, par touches successives : d'abord dans le bassin parisien et vers le nord, puis en direction de l'est, et enfin en direction de l'ouest (la Bretagne est rattachée au réseau postal en 1738). Ce mouvement de basculement du réseau vers le nord de la France débute vraisemblablement dans les années 1670-1680 : d'une part la cour n'est plus itinérante et se fixe à Versailles en 1682, d'autre part Louis XIV annexe certaines provinces dans le nord et l'est (Flandres, Artois, Alsace), qui possèdent déjà un système postal efficace, organisé par la famille Tassi, et qui passe sous le contrôle de la poste française (Bretagnolle et Verdier 2005). Il s'agit, en outre, d'une période de densification accrue du réseau : Louvois devient surintendant des postes en 1668 et entame une série de réformes du système postal (notamment la création en 1672 de la Ferme générale des Postes) et multiplie le nombre de relais jusqu'à sa mort en 1691 (Belloc 1886).

A partir du milieu du 18^{ème} siècle, les cartes soulignent le renversement de tendance mentionné plus haut. Conformément au programme d'équipement routier donné dans l'ordonnance d'Orry de 1738 (voir partie 3.1.a), on assiste à un gommage progressif des disparités régionales (Figure 47 partie supérieure), selon un ordre bien mis en évidence par les cartes de l'évolution relative de l'accessibilité (Figure 47 partie inférieure) : d'abord vers les régions situées en position centrale, puis vers le sud de la France. Il s'agit non seulement de desservir les nouveaux chefs-lieux issus de la départementalisation, particulièrement mal équipés dans la partie méridionale de la France, mais aussi d'équiper des routes militaires à toute hâte pour acheminer les troupes vers le sud (Marchand 2003). La situation du Massif central reste cependant particulière. Même si cette région concentre les gains relatifs les plus forts, entre 1810 et 1833, une analyse plus fine montre qu'ils ne sont occasionnés que par l'ouverture d'une seule route, celle de Montauban à Lyon. Le Massif central reste, globalement, largement défavorisé par rapport aux autres régions. De manière plus générale, on peut rappeler que la moitié sud de la France ne concentre que 30% de la longueur totale du réseau postal en 1833, malgré un poids relatif en croissance depuis les années 1780 (Bretagnolle 2005).

Si les dénivellations régionales ont tendance à s'atténuer progressivement, celles plus locales fondées sur la hiérarchie des villes prennent de plus en plus de poids. Au sein de chaque région, les écarts d'accessibilité se creusent entre les localités les plus grandes et les autres. En témoigne tout d'abord l'analyse de la distribution statistique de la variable de nodalité des relais, à différentes dates (Tableau 22). Alors que le degré moyen des nœuds s'accroît progressivement, l'hétérogénéité de la distribution (mesurée au moyen du coefficient de variation) augmente encore plus vite.

Tableau 22 : Paramètres principaux de la distribution de la nodalité des relais des routes de poste (France, 17^{ème} – 19^{ème} siècles)
(Bretagnolle 2009, non publié)

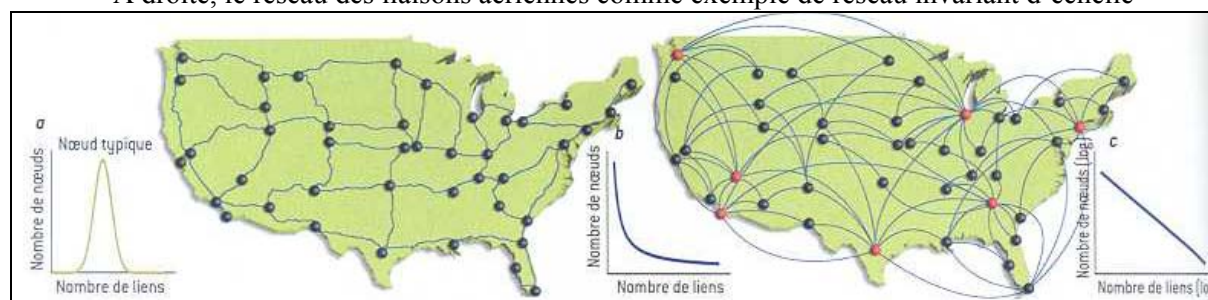
	Nombre de relais	Nodalité maximale	Ville possédant la nodalité maximale	Nodalité moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation (en %)
1632	642	7	Lyon	2,1	0,4	19
1708	837	7	Paris	2,1	0,5	24
1733	892	8	Paris	2,1	0,6	28
1758	1137	9	Paris	2,3	0,9	37
1783	1472	16	Versailles	2,5	1,1	44
1810	1422	8	Paris	2,4	0,8	34
1833	1516	10	Paris	2,6	1,1	41

Sources : Carte de Nicolas Sanson (1632) et Livres de Poste (saisie 2006). On peut noter que, sur l'ensemble de la période considérée, c'est Versailles et non Paris qui obtient la nodalité maximale. L'accessibilité de Versailles s'effondre brutalement entre 1783 et 1810, puisqu'à cette dernière date, cette localité obtient une nodalité de 5.

L'étude de la relation entre nombre de nœuds et nombre de liens permet de caractériser plus finement la forme du réseau des routes postales et l'évolution de la hiérarchie des nœuds. Nous avons repris la méthode proposée par Albert-Laszlo Barabasi et Eric Bonabeau (2003, p. 59 et Figure 48), qui construisent un graphique croisant, en abscisse, le nombre de connexions et en ordonnée le nombre de nœuds. Comme le montrent les auteurs, la distribution obtenue est gaussienne lorsque le réseau est dit « aléatoire » (par exemple le réseau autoroutier américain, dans lequel la plupart des nœuds ont trois connexions), et suit une loi puissance lorsqu'il s'agit d'un réseau « invariant d'échelle » (le réseau des liaisons aériennes aux Etats-Unis se caractérise par quelques nœuds fortement connectés et beaucoup de nœuds faiblement connectés, donc un réseau très hiérarchisé ou en arbre, ce qui explique le choix de l'expression « invariant d'échelle »).

Figure 48: Réseaux aléatoires et réseaux invariants d'échelle (Barabasi et Bonabeau 2003, p. 60)

- A gauche, le réseau autoroutier américain comme exemple de réseau aléatoire
- A droite, le réseau des liaisons aériennes comme exemple de réseau invariant d'échelle



Pour le réseau des routes postales, les résultats montrent que le nuage de points obtenu en croisant le nombre de relais et le nombre de liens⁷⁵ est assez bien ajusté par une loi puissance, à partir de l'année 1708 (Tableau 23). Une fois transformées les deux échelles du graphique en logarithmes, il est possible de suivre l'évolution de la valeur absolue de la pente de la droite d'ajustement et de l'interpréter comme un indicateur du degré de hiérarchisation du réseau : un accroissement de cette pente signifie que la nodalité des nœuds les plus puissants s'accroît plus vite que la nodalité de l'ensemble de la distribution. Les résultats montrent que la hiérarchisation du réseau est particulièrement forte à partir de 1758. Elle faiblit brutalement pendant la révolution et les guerres d'empire (un examen détaillé des carrefours montre qu'ils s'étoffent légèrement au sud, pour les raisons soulignées plus haut, mais sont fortement dégarnis au nord, pour faire face aux crises économiques, Bretagnolle 2005) et reprend à un rythme intense dans les années 1810-1830.

Tableau 23 : Le réseau des routes postales, un réseau « invariant d'échelle » de plus en plus hiérarchisé (d'après la méthode de Barabasi et Bonabeau 2003)

(Bretagnolle 2009, non publié)

	Degré de hiérarchisation (pente, en valeur absolue)	Qualité de l'ajustement (R^2)
1708	0.19	0.97
1733	0.20	0.99
1758	0.28	0.96
1783	0.35	0.98
1810	0.30	0.99
1833	0.40	0.99

Sources : Livres de Poste (saisie 2006). Les résultats ne sont pas présentés pour l'année 1632 car l'ajustement est de moins bonne qualité ($R^2 = 0.94$) : dans le cas des lois puissance de type Pareto-Zipf, le mathématicien Marc Barbut (1989) propose la valeur 0.96 comme seuil minimal permettant de conclure à un ajustement correct. Nous avons repris ce même seuil ici, faute d'indications particulières concernant les lois puissance étudiées ici.

Cette structuration hiérarchique de plus en plus nette du réseau des routes postales a-t-elle des effets en termes de dynamisme économique, et donc, à terme, de croissance démographique des villes ? Cette question peut difficilement être abordée avant 1810, faute de données précises sur les populations des petites et moyennes villes. Quelques résultats peuvent cependant être proposés pour la période 1810-1830.

⁷⁵ La nodalité a été considérée selon 4 classes (1 ou 2, 3, 4, 5 et plus).

Tout d'abord, le Tableau 24 suggère l'existence d'une relation entre le niveau d'accessibilité en 1810 et l'intensité de la croissance démographique entre 1809 et 1831. Pour chaque classe de taille, plus l'accessibilité est élevée et plus le taux de variation moyen annuel est important.

Tableau 24 : Accessibilité en 1810 (routes de poste, ports et canaux) et taux de variation annuel moyen des villes françaises (1809-1833)
(Bretagnolle 2009, non publié)

	Plus de 20 000 habitants	10 000-20 000	5000-10 000	2500-5000
Carrefour multiple	0.6	0.5	N.S.	N.S.
Carrefour simple	0.5	0.3	0.4	0.6
Etape	N.S.	N.S.	0.4	0.5
Ecart	N.S.	N.S.	0.3	0.5

Le taux de variation annuel moyen est calculé en %. N.S. : Non Significatif, en raison du faible nombre de données

En outre, l'évolution de l'accessibilité entre 1810 et 1833 est corrélée positivement avec la croissance démographique entre 1809 et 1831 : si l'on retire de la distribution trois petites villes industrielles qui connaissent des croissances⁷⁶ très fortes bien que leur accessibilité postale diminue légèrement (Maubeuge, Lens et Béthune), on obtient une gradation nette des taux en fonction des gains ou des pertes d'accessibilité (Tableau 25). Ces résultats rejoignent ainsi ceux que nous avons obtenus pour les périodes suivantes, concernant les effets du réseau des routes royales de 1836 et du réseau ferroviaire de 1861 et 1900 (Bretagnolle 1999 et 2003).

⁷⁶ Nous avons déjà remarqué le comportement particulier des petites villes industrielles dans l'analyse de la relation entre réseau des routes royales en 1836 et croissance des villes dans les décennies suivantes. De manière plus générale, les petites villes spécialisées dans les innovations les plus récentes sont mal desservies par les réseaux de transport, jusqu'à ce que des aménagements particuliers rétablissent cette situation. Des phénomènes semblables ont été repérés pour les petites villes touristiques, dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle (Bretagnolle 1999 et 2003).

Tableau 25 : Evolution de l'accessibilité (route de poste, ports et canaux) entre 1810 et 1833 et taux de variation annuel moyen des villes françaises (1809-1833)

(Bretagnolle 2009, non publié)

	TVAM
Gain supérieur ou égal à 2 liens	0.7
Gain de 1 lien	0.5
Stabilité	0.5
Perte	0.7 / 0.2*

*TVAM : Taux de Variation Annuel Moyen, calculé en %. * sans Lens, Béthune, Maubeuge*

En résumé, l'analyse de l'évolution de l'accessibilité des villes montre que l'appartenance régionale est de moins en moins discriminante pour les villes, à partir du milieu du 18^{ème} siècle : *une fois le territoire national constitué dans ses grandes lignes, c'est une différenciation par classe de taille qui s'impose progressivement*. L'articulation entre réseau de communication et réseau des villes se décline alors en termes de « co-évolution » (Paulus 2004, Pumain 2008), d'inter-dépendances fortes entre deux formes dont les niveaux hiérarchiques coïncident.

De manière plus générale, les travaux que nous avons mené sur les interactions entre réseau des villes et réseau des routes de poste nous ont permis d'élaborer un cadre méthodologique, *une grille d'analyse qui peut être appliquée pour d'autres contextes géographiques ou historiques*. Les méthodes utilisées ont été élaborées à partir de plusieurs types de questionnements, portant sur la diffusion de l'innovation dans la hiérarchie urbaine (taux de desserte par classe de taille, cartes des indices de nodalité et de la population des villes à plusieurs dates), sur l'évolution des dénivellations régionales introduites par le réseau de transport (indice d'inégalité de desserte, indice d'accessibilité de Shimbel), sur l'évolution des écarts d'accessibilité entre les villes (coefficients de variation de différents types de distribution : nodalité, vitesse etc.), sur la forme du réseau de transport et son évolution (graphiques croisant la fréquence des nœuds et des liens), sur les relations entre accessibilité et croissance démographique des villes (calculs de taux de croissance selon une typologie des villes par classe d'accessibilité).

A ce jour, cette grille d'analyse n'a pu encore être appliquée pour étudier la diffusion du réseau des routes de postes dans un autre pays d'Europe ou aux Etats-Unis. Pour ce dernier pays, les difficultés sont liées aux sources. Si des routes postales apparaissent massivement dès la fin du 18^{ème} siècle (Pred 1977, p. 59), avec une longueur totale de 58 000 km en 1810 (soit un réseau deux fois plus important qu'en France à la même époque), le faible nombre de villes empêche toute analyse selon les méthodes présentées plus haut. Rappelons néanmoins les conclusions proposées par Alan Pred à partir de méthodes différentes, et qui ressemblent par bien des points à celles que nous avons présentées pour la France. L'analyse de la répartition des routes ainsi que celle des fréquences des départs et de la qualité des matériaux

utilisés pour le transport mettent ainsi en évidence une nette différenciation des routes qui s'articule avec la hiérarchie urbaine. L'étude du volume du courrier échangé ainsi que celle de la diffusion de certaines innovations souligne aussi cette interdépendance forte avec la taille des villes. Selon Alan Pred, « l'inégale maîtrise des réseaux de diffusion des nouvelles constitue l'une des sources essentielles du maintien des hiérarchies urbaines existantes » (cité dans Lepetit 1988, p. 313).

Nous avons néanmoins pu utiliser notre grille d'analyse pour un deuxième travail, portant cette fois sur les interactions entre réseau ferroviaire et réseau des villes. Nous proposons ici les premiers résultats d'un travail en cours.

c Effets comparés du réseau ferroviaire en France et aux Etats-Unis (1830-1910)

Si les analyses portant sur les liens entre chemin de fer et trame urbaine sont nombreuses, pour la France (Georges 1968, Pumain 1982-b, Bretagnolle 1999 et 2003, Laroque et Jigaudon 1985) comme pour les Etats-Unis (Pred 1966, 1973-a, 1977, Taylor 1967, Taylor et Neu 1956, Higgs 1969), la comparaison dans le temps long et dans l'espace nous invite à revisiter plusieurs terrains de recherche.

Un premier questionnement concerne les modalités du remplacement du réseau des routes postales par le réseau ferroviaire. Existe-t-il des différences de formes significatives entre les deux réseaux ? En quoi l'accessibilité des villes est-elle transformée par ce remplacement progressif ? Pour la France, la similitude de forme entre ces deux « macro-systèmes » est nettement affirmée par François Caron, historien des chemins de fer : « La conception du réseau de chemin de fer, dont le schéma d'ensemble fut défini par l'administration des Ponts et Chaussée, prolongea les visions du corps dans le domaine de l'aménagement du territoire. Le réseau des chemins de fer fut clairement, comme le réseau routier et le réseau des voies navigables, un instrument majeur de la construction du territoire national. Les instruments de cette unification furent tout autant son maillage de plus en plus serré que son dessin en étoile. La hiérarchie des lignes reproduisait la hiérarchie des routes et des systèmes de canaux » (Caron 1997, tome 1, pp. 77-78).

Les premiers résultats de la numérisation du réseau ferroviaire français, que nous avons engagée pour le moment jusqu'en 1870⁷⁷, révèlent néanmoins des différences non négligeables entre les deux formes de réseau (Figure 49). En comparaison du réseau postal de 1833, le système ferroviaire apparaît extrêmement équilibré, sur le plan régional. Certes, le réseau des lignes secondaires n'est pas pris en compte sur la carte de 1870, le Plan Freycinet datant de 1878. Cependant, la carte des chemins de fer réalisée en 1903 par le Ministère des Travaux Publics, que nous avons consultée pour notre thèse (Bretagnolle 1999), ne diffère pas fondamentalement de celle de 1870 : le maillage est plus serré, mais la répartition des

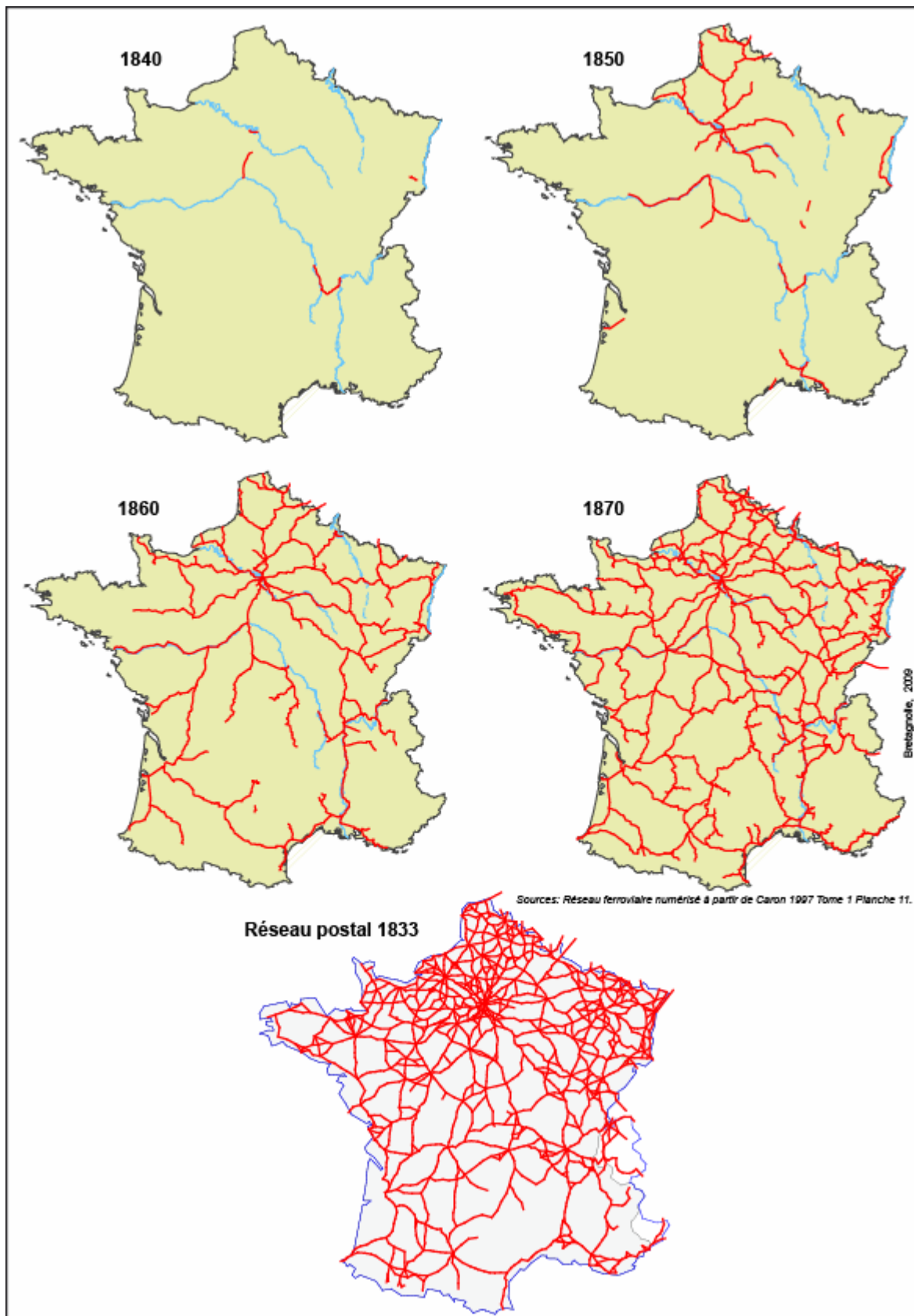
⁷⁷ Cette numérisation est rudimentaire et doit être affinée par des travaux complémentaires. Pour les sources, nous nous sommes appuyées sur les 6 cartes publiées dans l'ouvrage de François Caron et couvrant la période 1837-1876 (1997, tome 1, Planche 11). Dans le cadre du master 1 d'André Rault, des cartes plus précises ont été photographiées aux Archives de la SNCF au Mans, et doivent être exploitées prochainement. Nous envisageons ensuite de prolonger cette numérisation pour la période 1880-1910.

pleins et des vides régionaux reste assez semblable. Un deuxième type de différences tient dans l'hétérogénéité marquée des vitesses ferroviaires au sein de l'espace national. A partir des horaires contenus dans le guide Chaix de 1900, nous avons mis en évidence un schéma en étoile des lignes rapides (circulant, en moyenne, à plus de 50 km/heure, y compris les temps d'arrêt). La construction d'un indice d'accessibilité ferroviaire doit donc tenir compte de cette variable de vitesse, et pas seulement de la nodalité.

Figure 49 : L'évolution du réseau ferroviaire inter-urbain français de 1840 à 1870, et comparaison avec le réseau postal de 1833

(Bretagnolle, 2009, non publié)

- Les cartes sont réalisées dans les limites du territoire actuel de la France



La comparaison entre l'établissement de la forme du réseau ferroviaire en France et aux Etats-Unis est un deuxième grand chantier que nous avons commencé à engager. La numérisation du réseau ferroviaire américain, de 1830 à 1910 (Figure 50) a été menée par Elsa Paffoni en 2008, dans le cadre de son master puis d'une vacation d'un mois. Seules sont prises en compte les gares localisées dans les villes de la base harmonisée et dans les localités rurales constituant des carrefours (Tableau 26). Les sources utilisées pour cette saisie sont des cartes de réseaux, publiées sur des sites internet (une centaine consultés) et dans l'ouvrage de J. Vance sur le développement chemin de fer nord-américain (1995). En outre, dans le cadre de la collaboration menée avec William Thomas et l'université Lincoln-Nebraska⁷⁸ (voir Volume 1), nous avons pu corriger certains tracés pour les années 1830-1870. Les réseaux des années suivantes seront corrigés au fur et à mesure de l'avancement du projet américain Aurora.

Tableau 26 : Quelques indicateurs simples de la dimension du réseau postal, aux Etats-Unis et en France (19^{ème} siècle)
(Bretagnolle 2009, non publié)

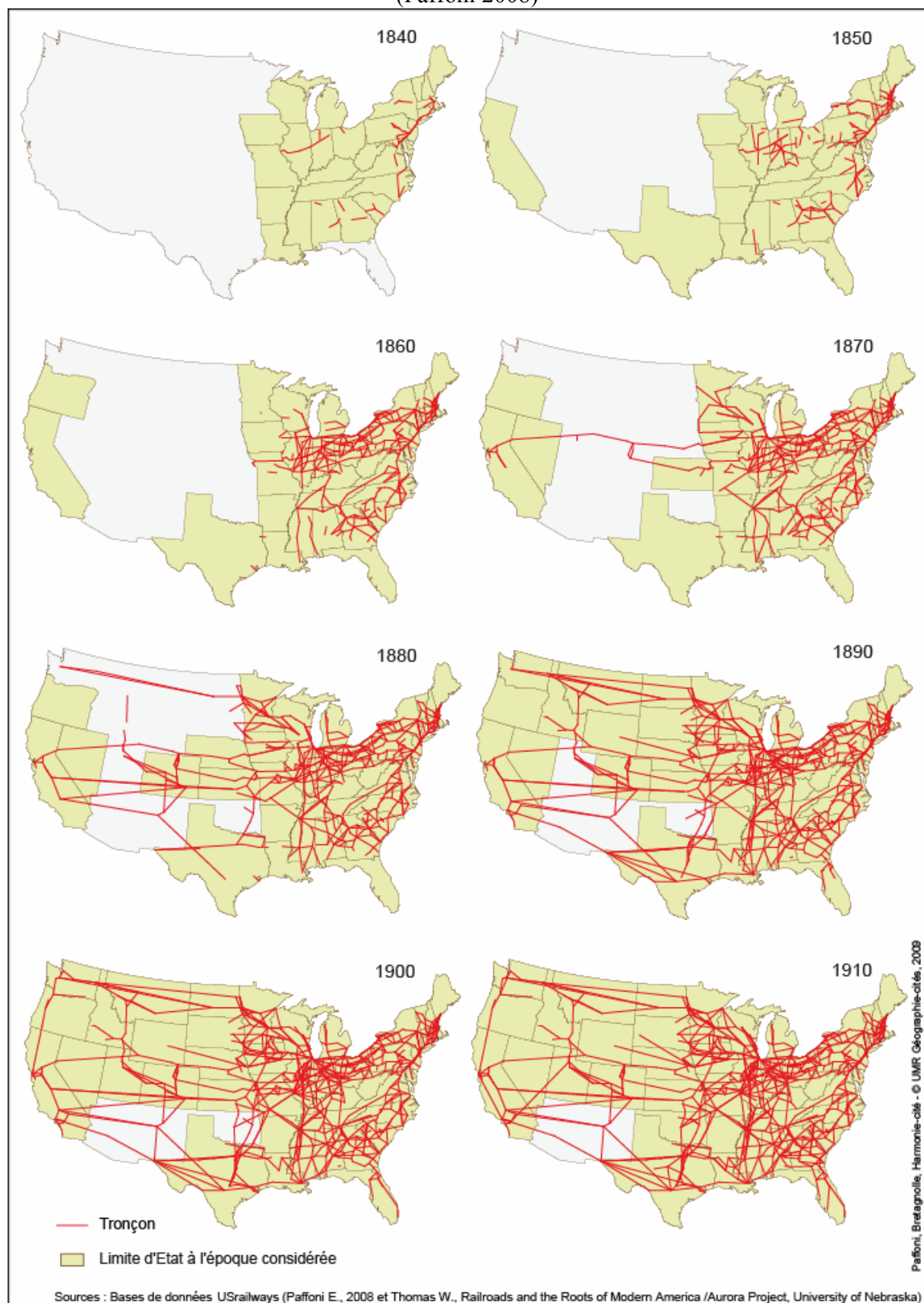
	Longueur totale (en km)		Nombre total de gares considérées (villes selon un seuil minimal évolutif*, carrefours ruraux principaux)	
	Etats-Unis	France	Etats-Unis	France
1840	2 004	240	61	8
1850	8 829	2 786	151	147
1860	30 274	8 965	275	335
1870	45 210	17 434	341	587
1880	71 692	ND	425	ND
1890	109 722	38 239**	500	ND
1900	124 751	ND	540	ND
1910	135 941	51 440**	553	ND

*Sources : Paffoni 2008, Danscoine 1984 (pour les chiffres suivis d'un double astérisque). *Pour les Etats-Unis, le seuil minimal de l'urbain est de 4000 habitants en 1840, 5000 en 1850, 8000 en 1860, 10 000 ensuite. ND : non défini (saisie en cours). Pour la France, le seuil minimal s'élève de 2600 à 3300 habitants.*

Plusieurs études ont déjà montré que le chemin de fer a joué un rôle fondamental dans la constitution d'un territoire national aux Etats-Unis (par exemple Vance 1995). Les cartes de la constitution progressive du réseau (Figure 50) confirment cette relation étroite entre les dates d'intégration de nouveaux états dans la confédération américaine et celles de l'ouverture des nouvelles lignes (Paffoni 2008).

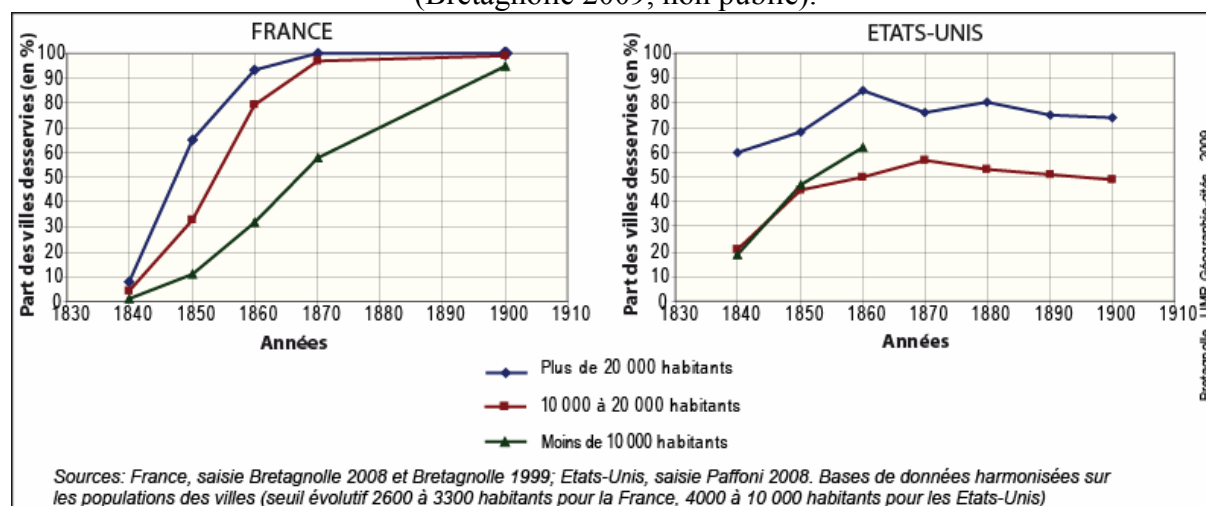
⁷⁸ William G. Thomas (2008), Project Director, and C. J. Warwas, Cartographer, Railroads and the Roots of Modern America (<http://railroads.unl.edu>) and The Aurora Project (<http://auroraproject.unl.edu>), University of Nebraska.

Figure 50 : L'évolution du réseau ferroviaire inter-urbain aux Etats-Unis de 1830 à 1910
(Paffoni 2008)



Comme pour le réseau postal, nous avons calculé le taux de desserte des villes réparties en trois classes de taille (plus de 20 000 habitants, 10 000 à 20 000 habitants, moins de 20 000 habitants). Les résultats montrent que les modalités de la diffusion de l'innovation ferroviaire dans la trame des villes en France et aux Etats-Unis sont très différentes (Figure 51).

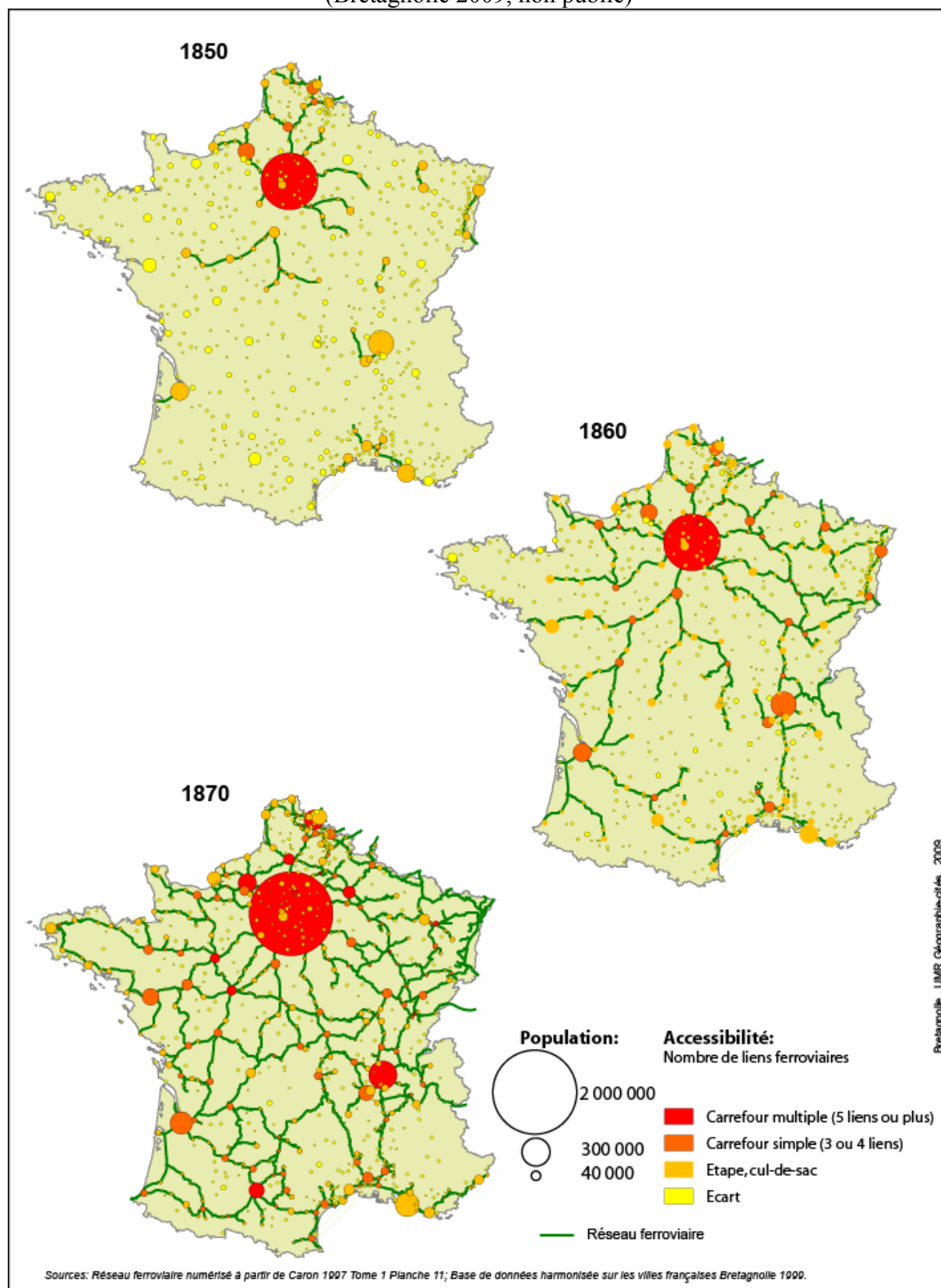
Figure 51 : Deux schémas de diffusion de l'innovation ferroviaire. Evolution du taux de desserte des villes par classe de taille en France et aux Etats-Unis.
(Bretagnolle 2009, non publié).



N-B : Pour les Etats-Unis, la courbe des villes de moins de 10 000 habitants s'arrête en 1860. En effet, à partir de 1870, nous considérons dans la base harmonisée les seules villes de plus de 10 000 habitants.

En France, comme pour le réseau postal, le taux de desserte dépend de la taille moyenne des villes et la diffusion de l'innovation ferroviaire s'opère de manière hiérarchique dans la trame urbaine. La carte de l'accessibilité et de la taille des villes (Figure 52) montre que la hiérarchie des nœuds ferroviaires est de plus en plus corrélée avec la hiérarchie urbaine.

Figure 52 : Accessibilité ferroviaire et taille des villes en France (1840-1870)
(Bretagnolle 2009, non publié)



De même, l'analyse de la distribution de la nodalité et son évolution dans le temps révèle un processus de hiérarchisation des nœuds urbains à partir de 1860 (Tableau 27).

Tableau 27 : Paramètres principaux de la distribution de la nodalité ferroviaire en France (1840-1870)

(Bretagnolle 2009, non publié)

	Nombre de gares urbaines	Nodalité maximale	Ville possédant la nodalité maximale	Nodalité moyenne	Ecart-type	Coefficient de Variation (en %)
1840	8	2	St-Etienne, St-Chamond, Givors, Andrézieu	N-S	N-S	N-S
1850	104	6	Paris	1.9	0.70	37
1860	226	8	Paris	2.1	0.75	36
1870	355	9	Paris	2.3	1.02	44

Le seuil minimal de l'urbain passe de 2600 à 3300 habitants. N-S : non significatif, en raison du faible nombre de données.

Pour les Etats-Unis, en revanche, la diffusion de l'innovation ferroviaire dans les limites du territoire national n'est pas hiérarchique (Figure 51). Les taux de desserte par classe de taille renvoient avant tout à une première grande spécificité américaine, celle du « front pionnier urbain ». Les courbes obtenues ne sont pas logistiques mais quasiment plates. Ainsi, pour chaque classe de taille, l'introduction de nouvelles villes, propulsées par des croissances démographiques fulgurantes alors même qu'elles ne sont pas desservies par le chemin de fer, brouille le schéma hiérarchique, pourtant attesté dans les régions anciennement urbanisées (Pred 1977). En outre, l'accessibilité ferroviaire des petites villes (moins de 10 000 habitants) est comparable à celle des villes moyennes (10 000 à 20 000 habitants). Ces résultats suggèrent deux types de logiques dans la création des gares : la desserte des grandes villes, situées majoritairement à l'est, et la desserte de petites localités créées avec le front pionnier, dans des villages ou parfois mêmes à côté de simples entrepôts. Les gares jouent alors un rôle de catalyseur de la croissance urbaine. La Figure 53, mettant en relation l'accessibilité ferroviaire et la taille des villes, révèle bien cette deuxième logique, par exemple dans la région du Texas en 1910, caractérisée par des petites villes extrêmement bien desservies par le chemin de fer. L'analyse de la distribution de la nodalité met aussi en valeur la spécificité des processus de diffusion de l'innovation ferroviaire aux Etats-Unis (Tableau 28) : le coefficient de variation diminue jusqu'en 1870, montrant que les écarts d'accessibilité ont tendance à s'atténuer entre les villes, puis stagne jusqu'en 1880, avant de s'accroître de manière régulière.

Tableau 28 : Paramètres principaux de la distribution de la nodalité ferroviaire aux Etats-Unis (1840-1910)

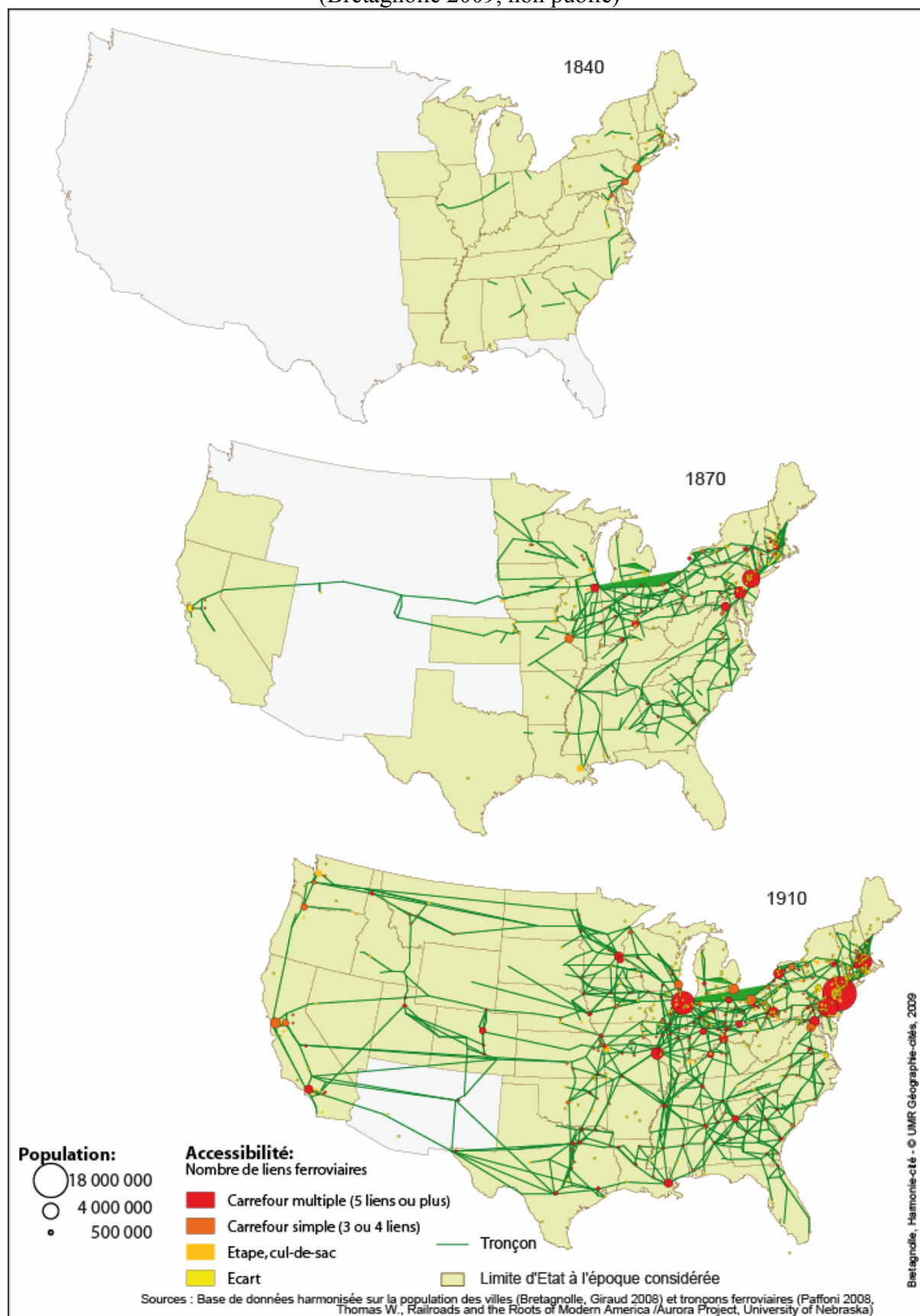
(Bretagnolle 2009, non publié)

	Nombre de gares urbaines	Nodalité maximale	Ville possédant la nodalité maximale	Nodalité moyenne	Ecart-type	Coefficient de Variation (en %)
1840	55	4	Philad., Baltim.	1.6	0.78	49
1850	136	9	Boston	2.1	1.39	66
1860	237	10	Boston	2.9	1.62	56
1870	290	10	Boston	3.0	1.61	54
1880	350	12	Chicago	3.2	1.74	54
1890	410	16	Chicago	3.4	1.94	57
1900	438	16	Chicago	3.6	2.07	57
1910	448	18	Chicago	3.8	2.23	59

Sources : Paffoni 2008. Le seuil minimal de l'urbain est de 4000 habitants en 1840, 5000 en 1850, 8000 en 1860, 10 000 ensuite.

Ces premiers résultats suggèrent qu'à la différence de ce qu'on observe à la même époque en France, le réseau ferroviaire américain se déploie selon des logiques régionales fortes, qui contraignent en partie le développement de la trame urbaine. Comme pour le réseau postal de la France jusqu'au milieu du 18^{ème} siècle, on est là dans la phase initiale d'adaptation mutuelle, et non dans celle de la co-évolution et de l'interdépendance étroite entre les hiérarchies ferroviaires et urbaines. A quel moment le changement de phases s'opère-t-il aux Etats-Unis ? C'est une question qui reste ouverte, en l'absence de résultats plus précis. Une deuxième question porte sur les méthodes d'analyses. Au vu des cartes et des premiers résultats, il nous semble difficile de continuer à aborder l'analyse des effets structurants sans envisager une approche régionale. Dès les années 1840-1870, le contraste est frappant entre les villes du nord-est, dynamisées par l'industrie, et celles du sud-est, caractérisées par une économie de plantation et dont la population stagne, malgré une desserte ferroviaire non négligeable (Figure 53).

Figure 53 : Accessibilité ferroviaire et taille des villes aux Etats-Unis (1840-1870-1910)
(Bretagnolle 2009, non publié)



La comparaison de la diffusion du réseau ferroviaire, en France et aux Etats-Unis, met en évidence une deuxième grande opposition (Tableau 29). Nous avons repris la méthode présentée par Albert-Laszlo Barabasi et Eric Bonabeau (2003 et Figure 48), permettant de différencier deux grands types de modèle de réseaux, la forme quadrillée (réseau aléatoire) et la forme hiérarchique (réseau invariant d'échelle). Le réseau français est trop lacunaire en 1840 et 1850 pour que la modélisation soit de bonne qualité. En revanche, l'ajustement par une loi puissance (réseau invariant d'échelle) est tout à fait significatif pour l'année 1870. Il nous faudra vérifier ces résultats sur des dates ultérieures, lorsque la numérisation du réseau aura avancé. Pour les Etats-Unis, en revanche, aucun des deux modèles ne permet un ajustement correct. Nous suggérons, sur la base des résultats obtenus plus haut, que la distribution résulte d'une combinaison des deux formes, les lignes de la partie orientale suivant un tracé hiérarchique (attesté par exemple par Pred 1977) et les lignes transcontinentales suivant souvent un tracé quadrillé (certains parallèles ayant servi d'axe directeur, voir Vance 1995). Là encore, une analyse régionale du réseau s'impose, pour pouvoir explorer ces pistes.

Tableau 29 : Différences de forme entre le réseau ferroviaire en France et aux Etats-Unis (19^{ème} siècle)

(Bretagnolle 2009, non publié)

- En France, on obtient pour l'année 1870 un réseau « invariant d'échelle » selon la méthode Barabasi et Bonabeau 2003, mais pas aux Etats-Unis.

	France, degré de hiérarchisation (pente, en valeur absolue)	France, qualité de l'ajustement (R^2)	Etats-Unis, degré de hiérarchisation (pente, en valeur absolue)	Etats-Unis, qualité de l'ajustement (R^2)
1860	NS		0.36	0.96
1870	0.26	0.99	0.37	< 0.96
1880 à 1910				< 0.96

NS : Non Significatif. Pour les autres dates antérieures à 1860, les résultats ne sont pas présentés car non significatifs ($R^2 < 0.96$) (voir note du Tableau 23).

Ces premières analyses donnent donc un ensemble d'axes de recherches, que nous espérons compléter par d'autres, portant notamment sur l'évaluation de l'accessibilité globale des villes et son évolution, par un indice de Shimbel qui prendrait en compte (si cela s'avère possible) les différences de vitesses, d'une ligne à une autre. Une autre question importante porte sur les relations entre l'évolution de l'accessibilité et la croissance démographique des villes, avec notamment l'étude du devenir des petites villes non desservies par les réseaux les plus rapides. Il s'agit de travaux considérables, que nous ne pourrions mener qu'en collaboration avec d'autres chercheurs. Nous espérons que celle qui vient d'être engagée avec William

Thomas (projet Aurora, voir ci-dessus) et Laurence Rilett (directeur du Nebraska Transportation) permettra d'avancer dans ce sens.

d Des pistes pour une modélisation multi-agent

Dans le cadre du projet ANR Harmonie-cités (voir volume 1), la dernière année du programme sera consacrée à l'étude des réseaux d'échanges, historiques et simulés par le modèle multi-agents SIMPOP2 (Bretagnolle et Pumain 2009, à paraître, Sanders *et alii* 2007). Nous avons prévu de reprendre le programme de simulation de l'évolution des villes d'Europe, des Etats-Unis et de l'Afrique du sud dans la longue durée et selon une approche comparative. Nous présentons ici un premier ensemble d'hypothèses, que nous souhaitons tester et affiner l'année prochaine.

Au cours des années précédentes, l'équipe de chercheurs travaillant sur le modèle Simpop2 dans la longue durée⁷⁹ s'est attachée à développer un modèle générique cohérent, c'est-à-dire permettant de simuler les principaux faits stylisés caractérisant l'évolution d'un système de villes. Rappelons rapidement les principes de cette modélisation (Bretagnolle et Pumain, 2009, à paraître). Les villes, ou « agents » du modèle, échangent entre elles sous des hypothèses de concurrence, formalisées par le *fonctionnement spatialisé d'un marché d'échanges*. Elles sont rendues hétérogènes par la diversité de leurs activités socio-économiques (une dizaine en tout, consistant dans des fonctions centrales, administratives et spécialisées) et par leur plus ou moins bonne insertion dans les réseaux d'échanges. Trois modèles spécifiques, construits à partir du modèle générique, nous intéressent ici. Le premier décrit l'évolution de pays d'urbanisation ancienne, à travers l'exemple de ceux d'Europe, sur sept siècles (1300-2000). Les deux autres s'attachent aux modalités d'évolution des pays neufs (les Etats-Unis et l'Afrique du sud, de 1650 à 2000). Le processus de modélisation est étroitement guidé par un recours constant aux sources (population des villes, mais aussi activités économiques ou réseaux de transport lorsque nous avons pu recueillir des données), le système simulé étant évalué tout au long de son évolution par une confrontation avec ces matériaux historiques.

A ce jour, l'accessibilité des villes a été relativement peu prise en compte dans le modèle. Ainsi, la position relative des villes n'est caractérisée que de deux manières. D'une part, l'une des quatre fonctions spécialisées introduites tour à tour dans le modèle est le commerce à longue distance. Elle n'est présente que dans les tout premiers siècles. Pour l'Europe, les villes qui reçoivent cette fonction en situation initiale sont les principaux ports, quelques localités qui parsèment la diagonale joignant la Ligue hanséatique et l'Italie du nord, ainsi que quelques grandes capitales. Cette fonction, associée au capitalisme marchand, disparaît en 1800 au profit de la fonction industrielle, qui devient alors le véritable moteur de la croissance

⁷⁹ Citons essentiellement Denise Pumain, Céline Vacchiani-Marcuzzo, Benoît Glisse, Thomas Louail, Hélène Mathian, Clara Schmidt, Fabien Paulus, et pour la partie commune avec le modèle Eurosim Lena Sanders, Jean-Marc Favaro et Alexis Drogoul.

des villes. Pour les Etats-Unis, la fonction commerce à longue distance caractérise les villes portuaires de la côte Est, puis les villes principales desservies par les canaux et les chemins de fer et enfin celle de la côte Ouest. La fonction disparaît en 1910. La position relative des villes est aussi prise en compte dans la construction des réseaux d'échanges entre les villes spécialisées. Les distances entre les villes sont calculées à vol d'oiseau et ce sont les villes en position centrale dans le graphe qui sont avantagées dans le fonctionnement du marché d'échanges. Ces hypothèses sont cependant très rudimentaires, comme l'atteste le cas de Londres, *située à l'écart des autres villes d'Europe si l'on ne tient compte que de la distance euclidienne, alors qu'elle est en réalité au cœur des réseaux d'échanges maritimes puis ferroviaires à partir du 18^{ème} siècle.*

Nous envisageons donc de mener des expériences de simulation orientées vers l'exploration des relations entre l'évolution des réseaux d'échanges et la dynamique des villes. Pour cela, nous proposons d'utiliser une méthode semblable à celle utilisée pour le modèle de potentiels, présentée plus haut : il s'agit en effet de *comparer les résultats de simulations obtenus avec des distances euclidiennes et ceux obtenus avec des distances d'interaction.* Dans un premier temps, nous souhaitons travailler sur la période 1750-1910, pour laquelle nous possédons déjà des informations sur les réseaux historiques : pour les Etats-Unis et pour l'Europe, les ports, canaux et chemins de fer, et pour l'Afrique du sud, le réseau ferroviaire (Vacchiani-Marcuzzo 2005). Pour la période 1950-2000, les aéroports et liaisons ferroviaires rapides, lorsqu'elles existent, pourront être prises en compte. Pour la première moitié du 20^{ème} siècle, il s'agira dans un premier temps de choisir le ou les types de réseaux qui semblent les plus structurants. Nous retenons pour le moment quatre possibilités : le réseau ferroviaire, avec probablement une pondération des lignes en fonction d'une vitesse moyenne, le réseau des ports fluviaux et maritimes, les premières lignes aériennes (pour les Etats-Unis), le réseau autoroutier (Etats-Unis). Ce travail de simulation permettra, nous l'espérons, de mieux connaître les principaux déterminants induits par l'accessibilité des villes dans l'évolution des dynamiques démographiques et économiques, et cela aux différentes époques considérées.

CONCLUSION

Les questionnements sur les interactions entre les villes et les réseaux de transport et d'information ne sont pas de ceux qui apportent des réponses immédiates et définitives. Nous avons avancé dans ce volume par petites touches, dans le temps et dans l'espace, pour tenter d'appréhender, sans la réduire, la complexité de ce questionnement. Remontant aussi loin que le permettent les données sur les populations et sur les réseaux, abordant des pays aux histoires contrastées, nous avons mis en évidence un écheveau d'inter-relations qui mélangent les niveaux d'échelle et croisent des temporalités multiples, bref, résistent à l'analyse et à la mesure.

Au départ, nous avons circonscrit notre recherche dans un cadre d'analyse relativement simple. En nous fondant sur des travaux antérieurs, nous sommes partis des hypothèses proposées par Bavoux et *alii* (2005) et Offner et Pumain (1996), en évoquant deux grands types d'articulations : d'une part, l'évolution des réseaux de transport (considérés à travers leur vitesse, la capacité de charge ou la régularité des liaisons) permet un changement de dimension des villes et des systèmes de villes, selon des temporalités que nous avons pu dégager pour l'Europe comme pour les Etats-Unis. D'autre part, l'évolution des réseaux de transport inter-urbains se traduit, à partir du 18^{ème} siècle, par une différenciation croissante des positions relatives des lieux, expliquant pour partie le processus de hiérarchisation des tailles de villes observable tant en Europe qu'aux Etats-Unis.

Nos analyses ont porté davantage sur le transport que sur l'information. Aux époques passées, la distinction n'est sans doute pas si fondamentale, car ce sont les mêmes canaux qui sont utilisés tant par l'un que par l'autre, et nous les abordons dans leur réalité matérielle et non à travers le contenu des flux. A l'époque actuelle, la réalité est tout autre. Nous avons évoqué à plusieurs reprises des travaux portant sur les transports (réseaux aériens, ferroviaires à grande vitesse, transports et étalement des villes), mais rien à propos des réseaux d'information, notamment celui de l'Internet. C'est un vaste chantier, qui nécessite vraisemblablement un investissement préalable lourd. Pour le moment, il présente encore trop peu de liens avec les différents programmes de recherche en cours pour que nous puissions l'envisager dans un avenir proche.

Le programme de recherche que nous présentons pour les prochaines années s'organise dans plusieurs directions, qui se sont affirmées progressivement dans ce volume et se sont cristallisées autour des premiers résultats qui ont pu être dégagés.

Un premier ensemble de recherches concerne *la définition même des objets géographiques abordés, les villes et les systèmes de villes*. Parmi la multiplicité des approches possibles, nous avons choisi les théories urbaines qui les décrivent comme des objets fondamentalement évolutifs. Nous avons alors montré que les transformations essentielles se produisent lors des grandes phases d'innovations dans les transports.

A l'échelon de la ville, trois grandes périodes ont été définies, avec des décalages dans le temps en fonction des continents (une certaine avance des Etats-Unis pour le 20^{ème} siècle, de l'ordre d'une vingtaine d'années) et de la taille des villes. Pour les plus grandes, nous avons distingué la ville pedestre (pré-industrielle), la ville ferroviaire (mil. 19^{ème}-mil. 20^{ème} siècle) et la ville de l'automobile et de la grande vitesse ferroviaire (deuxième moitié du 20^{ème} siècle aux Etats-Unis, années 1970-2000 en Europe). Ces résultats ne sont pas nouveaux. En revanche, en nous attachant à des sources originales (les introductions de recensement de population pour une trentaine de pays) et en les croisant tout au long du 20^{ème} siècle avec les discours des penseurs de l'espace, nous avons pu rendre compte des débats passionnants qui agitent les contemporains sur les transformations des contours des villes et sur les solutions envisagées ou adoptées par les organismes officiels. Nous avons notamment montré que si des approches internationales sont proposées par les penseurs dès la fin du 19^{ème} siècle (E. Reclus, G. Sündbar, P. Meuriot, A. Weber), elles sont rarement adoptées dans les recensements de population urbaine. Les raisons tiennent au coût de la collecte des données, au souhait de maintenir dans le temps des séries définies selon les mêmes critères, parfois à des raisons politiques (une sorte de compétition internationale s'engageant autour des chiffres donnés par les taux d'urbanisation ou autour des populations des très grandes villes). Grâce à ce suivi temporel long, nous avons aussi montré que l'hétérogénéité très grande des définitions nationales actuelles de la ville en Europe prend sa source à la fin du 19^{ème} siècle, lorsque certains pays font le choix des critères morpho-statistiques alors que d'autres gardent des approches juridiques et administratives. Si quelques pays ont évolué depuis (la Suède, le Danemark), la majorité ont gardé les mêmes approches.

A l'échelon des systèmes de villes, trois grandes phases ont été dégagées. Une première s'étend du 12^{ème} au 18^{ème} siècle et se caractérise par des systèmes de relation essentiellement régionaux, inscrits dans des portées généralement inférieures à une centaine de kilomètres. Même si la réactivation du commerce de longue distance permet des échanges à l'échelon de l'ensemble de l'Europe, ces liens ténus rendent discutable à cette époque la notion de « système des villes européennes ». Le jalon de la journée marque par son empreinte la portée de ces systèmes régionaux, qui reste extrêmement stable tout au long des six siècles. Une deuxième phase débute avec la révolution routière du 18^{ème} siècle et se confirme avec la révolution ferroviaire du 19^{ème} siècle. Elle se caractérise par l'émergence de systèmes de villes s'étendant dans le cadre des frontières nationales, et soumis à un processus de hiérarchisation par le bas (court-circuitage par accroissement de la vitesse). En outre, grâce à la navigation à vapeur et aux réseaux ferroviaires internationaux, un processus de hiérarchisation par le haut s'instaure et certaines villes sont engagées dès la fin du 19^{ème} siècle dans le processus de mondialisation des échanges. Une troisième phase est inaugurée au milieu du 20^{ème} siècle par la très grande vitesse aérienne puis ferroviaire. Cette fois, les anciens repères constitués par le jalon de la journée puis par les frontières des états-nation ne permettent plus de tracer le contour des systèmes de villes, abordés de plus en plus dans la littérature par les outils des systèmes complexes et par la prise en compte des réseaux de l'information.

Les innovations dans les réseaux de transport qui président aux transformations des systèmes de villes ne doivent cependant pas seulement être considérées dans leur contenu technique. Les gains de vitesse sont certes importants, puisqu'ils permettent l'accroissement des portées et entraînent une réduction du nombre de nœuds, mais d'autres facteurs, politiques, culturels, et sociaux ont été soulignés à plusieurs reprises dans ce volume.

Pour la révolution routière du 18^{ème} siècle, le grand changement réside moins dans les techniques de revêtement routier ou de construction des diligences que dans *l'appréhension d'un territoire « national » susceptible d'être unifié par des liens routiers*. Avant même le programme d'équipement routier d'Orry, datant de 1738, la monarchie entame dès la fin du 18^{ème} siècle un lent processus de densification du réseau à partir d'une forme en étoile à partir de Versailles et Paris, construite région par région même si les grands axes desservent déjà les villes principales.

Quant à l'innovation ferroviaire, elle réside certes dans l'apparition de la traction mécanique, mais elle coïncide aussi avec le début d'une approche différente de l'espace, dans laquelle la course à la vitesse répond à *une demande sociale sans cesse renouvelée pour des gains dans les temps de déplacement*, qui débute dès le milieu du 18^{ème} siècle et dont l'autoroute ou l'avion ne sont que les dernières émanations. On est bien là dans une logique d'efficacité et de concurrence, dont les perdantes sont d'abord les villages, puis les petites villes et peut-être aujourd'hui les villes de taille moyenne, anciennes métropoles régionales décrites par Paul Vidal de la Blache comme les grandes gagnantes des chemins de fer et des routes transatlantiques.

Nous avons suggéré aussi, dans ces effets de dimensionnement, l'importance croissante d'un échelon intermédiaire (régional), permettant, grâce à des actions d'aménagement de grande ampleur, une structuration en réseau des zones centrales de l'économie-monde. Aux Pays-Bas puis en Grande-Bretagne, ces actions d'aménagement (canaux, routes) renforcent de manière significative la position relative des villes dans la compétition européenne, aux 17^{ème} et 18^{ème} siècles. Là réside une différence essentielle avec les aménagements impulsés par les acteurs à l'échelon une ville : lorsque ce sont des *visions de villes en réseau qui président aux projets, privés ou publics*, les impacts des nouvelles technologies génèrent des effets de nature différente : les villes sont plus compétitives, surtout lorsque les aménagement fédèrent les localités à des portées qui permettent des échanges faciles et réguliers : une centaine de km au Moyen Age, 400 ou 500 au 19^{ème} siècle, 1000 à 1500 aujourd'hui. On aimerait, pour la suite, vérifier l'impact de ces réseaux d'aménagement sur la dynamique des villes par des expériences de simulation utilisant le modèle multi-agent Simpop2.

Les enseignements que l'on peut tirer de ces résultats pour l'époque actuelle nous semblent précieux, par exemple lorsqu'il s'agit d'interpréter les choix effectués par les pays en matière d'installation des réseaux de la grande vitesse ferroviaire. Les Etats-Unis, qui ont misé sur l'automobile et le transport aérien dans les années 1920-1930, semblent désormais reconsidérer ces choix à la lumière des potentialités offertes par la grande vitesse ferroviaire (Elsa Paffoni, mémoire de Master 2 en cours). Sur des distances de 1000 à 1500 km, les connexions entre les villes principales de la Côte pacifique sont désormais envisageables, de

même qu'au Texas ou en Floride. A ces échelons régionaux, les effets structurants des réseaux de transport rapide sur les villes sont encore bien présents à notre époque.

Un deuxième ensemble de recherches concerne *la notion de ville évolutive*, dont nous avons montré l'intérêt pour construire des bases de données pour la comparaison dynamique et internationale. En transposant cette notion théorique dans le domaine empirique, nous avons proposé des méthodes pour élaborer des bases de données harmonisées des villes. Cette transposition est fondée sur une *modélisation de l'emprise spatiale des villes*, selon un rayon théorique correspondant, à chaque époque, au budget-temps moyen des navetteurs. A l'intérieur de ce rayon théorique, multiplié parfois par 10 pour les grandes villes au cours des deux derniers siècles, des différenciations internes s'affirment progressivement. Ce disque englobe d'abord la banlieue de l'agglomération puis la couronne péri-urbaine de l'aire fonctionnelle. Or, même si Paul Meuriot rappelle qu'au début du 20^{ème} siècle, les navettes quotidiennes construisent du lien entre le centre et la banlieue, la situation est plus discutable aujourd'hui, où les distances ne sont plus forcément parcourues quotidiennement, où les destinations ne convergent plus vers un centre unique mais une multitude de pôles secondaires, où certains habitants ne se déplacent plus tous les jours mais seulement deux à trois fois par semaine. Peut-on affirmer que les habitants des villages situés à 80 km de la capitale se « parisiannisent » ou se sentent parisiens ? Vraisemblablement pas. Néanmoins, et c'est l'idée que nous avons défendue ici, ils participent de la croissance d'un même ensemble, centré sur Paris, et ne pas les compter biaiserait le calcul de l'extension spatiale et démographique de cette ville au cours de ces deux derniers siècles.

Plusieurs méthodes d'harmonisation ont été décrites : la construction d'agglomérations à partir de grappes de communes ou de municipalités, la rétopolation d'aires fonctionnelles selon des critères de définition actuels, et la modification de périmètres selon des critères de cohérence temporelle. Nous avons aussi proposé et discuté des méthodes pour choisir un seuil minimal de population qui évolue au cours du temps, nécessaire pour l'harmonisation des données. Mais nous avons surtout insisté sur l'intérêt des *modèles de données, qui permettent des constructions différentes, adaptées à d'autres types de recherche* : utilisation de délimitations constantes au cours du temps, reconstitution des périmètres officiels à chaque date.

Les enjeux soulevés par la construction de bases de données harmonisées ont été mis en évidence dans trois domaines particulièrement sensibles, la mesure du taux d'urbanisation, celle des taux de croissance et celle de la concentration de la population urbaine. Les analyses confirment l'impact des zonages utilisés pour définir la ville sur les résultats des mesures et nous invitent à interpréter avec beaucoup de prudence les assertions couramment répandues sur une population urbaine mondiale qui serait devenue récemment majoritaire (selon les sources de l'ONU, donc fondées sur une diversité de définitions nationales des villes), sur une nouvelle dynamique des espaces ruraux en France qui pourrait être interprétée comme un phénomène de contre-urbanisation (François Delisle, mémoire de Master 2 en cours). Nous insistons ici sur la fragilité de résultats qui seraient fondés sur la mesure d'un simple

indicateur, et proposé d'utiliser une approche multi-dimensionnelle, tenant compte d'autres indicateurs et surtout d'une expertise des périmètres utilisés pour définir les objets villes.

L'harmonisation de la ville européenne dans le temps long a été envisagée mais elle nécessite un programme de recherche de grande envergure, interdisciplinaire et international. Nous proposons néanmoins de *tester des méthodes de construction d'agglomérations* à partir de grappes de communes et d'une connaissance des réseaux de transport ferroviaires urbains, à partir de la fin du 19^{ème} siècle et pour quelques pays d'Europe.

L'harmonisation de la ville d'un bout à l'autre de l'espace européen soulève d'autres enjeux, liés à l'hétérogénéité des maillages élémentaires, des définitions nationales, des formes des villes (plus compactes au sud, plus étalées au nord). Nous avons proposé de nous intéresser, dans un premier temps, aux bases de données déjà construites, afin d'aligner leurs spécifications, pour les croiser et permettre les comparaisons. Ce travail d'expertise, à la fois sémantique et empirique, a déjà été entamé, autour des bases de données de l'Audit Urbain (Larger Urban Zones, City Core) et des projets ESPON (Morphological Urban Areas, Functional Urban Areas). Nous avons aussi affirmé l'intérêt d'un nouveau type de délimitations, reposant sur les images satellitales et rendant possible une certaine automatisation des tâches. Il nous semble que s'ouvre ici une voie d'avenir pour la délimitation des agglomérations urbaines, qui devient de plus en plus compliquée au fur et à mesure que s'étalent et se rejoignent les nappes urbaines. C'est en ce sens que nous avons entamé un travail d'expertise de la base *Urban Morphological Zone*, construite à partir des images satellitales CORINE Land cover. Les comparaisons sont cette fois effectuées dans un cadre national, avec des bases de données morpho-statistiques issus essentiellement de la photo-interprétation, et concernant trois pays (France, Danemark, Suède). Nous espérons agrandir ce périmètre dans les prochaines années.

Un troisième ensemble de recherches porte sur *l'analyse des relations entre l'évolution de l'accessibilité des villes et les structurations hiérarchiques des systèmes de villes*. En nous appuyant sur les bases de données harmonisées et sur une numérisation des réseaux de transport dans la longue durée (France, 1632-1870, Etats-Unis, 1830-1910), nous avons mis en évidence deux grandes phases.

La première est une *phase d'adaptation mutuelle*, au cours de laquelle la forme des réseaux de transport reproduit en partie seulement la forme de la hiérarchie urbaine. L'objectif principal qui guide alors l'établissement progressif du réseau est la constitution d'un territoire national, même si celle-ci s'appuie largement sur les grandes villes. Les différenciations régionales sont alors extrêmement fortes, que ce soit en France où les aménagements se concentrent d'abord autour de Paris, du bassin parisien puis du nord, ou aux Etats-Unis où le réseau ferroviaire se constitue à partir de l'agrégation de plusieurs sous-réseaux régionaux, aux logiques bien distinctes (industrielle au nord-est, agricole au sud-est, front pionnier urbain à l'ouest etc.).

Pour la France, pays pour lequel nous avons le suivi temporel le plus long, il est possible de suivre ensuite le lent affaissement de ces dénivellations régionales et l'affirmation progressive

d'une inter-relation étroite entre la hiérarchie urbaine et la forme des réseaux, qui devient de plus en plus hiérarchisée. Cette forme hiérarchique peut être mise en évidence par la nodalité du réseau, mais surtout par la prise en compte de la vitesse relative sur chaque axe (voir la France ferroviaire à partir de la fin du 19^{ème} siècle) et par la qualité des connexions avec les autres réseaux de transport (par exemple les aéroports et les lignes ferroviaires à grande vitesse à partir des années 1980-1990). On est là dans une *phase de co-évolution*, dans laquelle la dynamique du système de villes n'est plus contrainte par le développement des réseaux de transport. Les boucles de rétro-actions s'instaurent alors, les plus grandes villes étant desservies les premières et bénéficiant en retour des externalités positives apportées par ces dessertes. Les plus petites, au contraire, sont progressivement écartées des trajets les plus rapides, sauf lorsqu'elles se situent dans des régions appelées à connaître un nouveau cycle de spécialisation économique. Pour la France, nous avons vu apparaître les prémises de cette deuxième phase à la fin du 18^{ème} siècle, mais c'est bien au 19^{ème} siècle et dans la première moitié du 20^{ème} siècle que les évolutions sont les plus nettes. Pour les Etats-Unis, nos travaux ne sont pas encore achevés. Selon les premiers résultats obtenus, tout se passe comme si les deux phases, d'adaptation mutuelle et de co-évolution, se heurtaient brutalement dans une sorte de raccourci temporel, né de l'existence conjointe, sur le même territoire, de trames urbaines aux histoires longues et d'un mouvement massif de créations de villes. La méthode que nous avons proposée pour continuer nos recherches, celle d'un partage du territoire en plusieurs grandes régions d'étude, ne donnera pas forcément les meilleurs résultats : la densité de nouvelles villes est bien plus forte dans le quart nord-est que dans le reste du pays. Le découpage spatial mérite néanmoins d'être testé.

Par la considération conjointe des éclairages proposés par les penseurs de l'espace, des matériaux historiques et des méthodes de l'analyse spatiale, nous souhaitons continuer à interroger dans les prochaines années l'évolution, passée et présente, des relations entre les villes et les réseaux de transport. Nous espérons ainsi contribuer à l'écriture d'une *histoire fondamentalement commune*, qui s'exprime selon des modalités différentes d'une région du monde à une autre.

REFERENCES

- Arbellot Guy (1973), « La grande mutation des routes de France au XVIII^{ème} siècle », in *Annales E.S.C.*, mai-juin, n°3.
- Arbellot Guy (1979), « Le réseau des routes de poste ». Bordeaux, 104^{ème} Congrès National des Sociétés Savantes, vol. 1.
- Arbellot Guy (1985), *Les premiers pas de la « vitesse » dans les transports publics champenois (18^{ème}-20^{ème} siècles)*. Travaux de l'Académie Nationale de Reims, vol. 164.
- Arrault Jean-Baptiste (2007), *Penser à l'échelle du Monde. Histoire conceptuelle de la mondialisation en géographie (fin du 19^e siècle/entre-deux-guerres)*. Thèse de doctorat de Géographie, Université Paris 1.
- Auerbach Felix (1913), « Das Gesetz der Bevölkerungskonzentration », *Petermans Mitteilungen*, vol. 59, n°1, pp. 74-76.
- Baccaïni Brigitte, Pumain Denise (1998), « Les migrations dans le système des villes françaises de 1982 à 1990 », in *Population*, pp. 947-977.
- Bairoch P., Batou J., Chèvre P. (1988), *La population des villes européennes. Banque de données et analyse sommaire des résultats: 800-1850*. Centre d'Histoire Economique International de l'Université de Genève, 339 p.
- Bairoch Paul (1985), *De Jericho à Mexico, villes et économie dans l'histoire*, Paris, Gallimard, Arcades, 705 p.
- Bairoch Paul (1997-a), « Une nouvelle distribution des populations : villes et campagnes », in Bardet J.-P., Dupaquier J. (eds), *Histoire des populations de l'Europe. 2 – La révolution démographique*, Paris, Fayard, pp. 195-232.
- Bairoch Paul (1997-b), *Victoires et déboires : histoire économique et sociale du monde du XVI^e siècle à nos jours. Volume 2*. Paris, Gallimard, Folio Histoire, 1015 pages.
- Barabasi A.-L., Bonabeau E. (2003), « Réseaux invariants d'échelle », in *Pour la Science*, n°Spécial La complexité : la science du 21^{ème} siècle », Décembre 2003, pp. 58-63.
- Barbut Marc (1989), « Note sur l'ajustement des distributions de Zipf-Mandelbrot en statistique textuelle », in *Histoire & Mesure*, IV-1/2, pp. 107-119.
- Bastie Jean, Bichler Marcel (1960), « Délimitation de l'agglomération parisienne », in *Population*, 15^{ème} année, n°3 (juin-juillet), pp. 433-456.
- Batty Michael (2006), « Rank Clocks », in *Nature*, vol. 444/30, November, pp.592-596.

- Bautier R.-H. (1960), « Recherches sur les routes de l'Europe médiévale », in *Bulletin philologique et historique des travaux historiques et scientifiques*. Tome 1 et 2.
- Bavoux J.-J., Beaucire F., Chapelon L., Zembri P. (2005), *Géographie des transports*. Paris, Armand Colin, Collection U, 232 pages.
- Beaucire F. (1988), « Les transports collectifs devant l'extension des banlieues et l'essor de la mobilité citadine », in Fourcaut A. (dir.), *Un siècle de banlieue parisienne (1859-1964)*, Paris, L'Harmattan, Villes et Entreprises.
- Belloc A. (1886), *Les postes françaises, recherches historiques sur leur origine, leur développement, leur législation*. Paris, Firmin-Didot.
- Ben Rebah Maher (2008), *Cartographie dynamique et investigations territoriales : le cas de l'évolution du découpage administratif tunisien*. Thèse de doctorat de Géographie, Université Paris 7.
- Bénard Edouard (1952), « Contribution à l'étude des agglomérations françaises », in *Population*, 7^{ème} Année, n°1, pp. 95-108.
- Benguigui L., Blumenfeld-Lieberthal E. (2007), « A dynamic model for city size distribution beyond Zipf's law », *Physica A* 384, pp. 613-627.
- Berger Martine (2004), *Les périurbains de la Paris, de la ville dense à la métropole éclatée*. Paris, Editions du CNRS, Collection Espaces et Milieux.
- Berry Brian (1964), « Cities as systems within systems of cities », in *Papers of the Regional Science Association*, vol. 13, pp. 147-163.
- Berry Brian (1971), *Géographie des marchés et du commerce de détail*. Paris, Armand Colin, 244 pages.
- Berry Brian (1976), « The Counterurbanization Process : Urban America Since 1970 », in B. Berry (ed.), *Urbanization and Counter-Urbanization*, Beverly Hills, London, Sage Publications, vol. 11, Urban affairs annual review.
- Berry Brian (1991), *Long-wave rhythms in economic development and political behaviour*, Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press.
- Berry Brian J. L., Horton Frank E. (1970), *Geographic perspective on urban systems, with integrated readings*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 654 pages.
- Bieber Alain, Massot Marie-Hélène, Orfeuil Jean-Pierre (1993), « Prospectives de la mobilité quotidienne », in Bonnaïous A., Plassard F., Vulin B. (eds), *Circuler demain*. Paris, Datar/Editions de l'Aube, 188 pages.

- Black Duncan, Henderson Vernon (2003), « Urban evolution in the USA », in *Journal of Economic Geography*, 3, pp. 343-372.
- Bogue D. (1953), *Population growth in Standard Metropolitan Areas 1900-1950*. Scripps Foundation in Research in Population Problems, Oxford, Ohio.
- Bonnier Louis (1919), « Cartes isochrones de l'agglomération parisienne », in *La Vie urbaine*, 3, p. 245-250.
- Boyer Jean-Claude (1978), *L'évolution de l'organisation urbaine des Pays-Bas*, Thèse soutenue à l'Université de Paris 1, Atelier de reproduction des thèses de l'Université de Lille.
- Braudel Fernand (1979-a), *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II*. Paris, Armand Colin (1^{ère} éd. 1949).
- Braudel Fernand (1979-b), *Civilisation matérielle, économie et capitalisme, 15^{ème} - 18^{ème} siècles*. Vol. 1 à 3. Paris, Armand Colin, collection Livre de Poche.
- Braudel Fernand (1985), « La mer », in Braudel (dir.), *La Méditerranée. L'espace et l'histoire*. Paris, Flammarion, Champs, pp. 47-83.
- Bretagnolle Anne (1996), « Étude des indices de concentration d'une population », in *L'Espace Géographique*, 25, pp. 145-157.
- Bretagnolle Anne (1999), *Les systèmes de villes dans l'espace-temps : effets de l'accroissement de la vitesse des déplacements sur la taille et l'espacement des villes*. Thèse de doctorat de Géographie, Université Paris 1.
- Bretagnolle Anne (2000), « Les contextes historiques de l'émergence de l'explication : réflexions sur les théories relatives aux régularités de la trame urbaine (19^{ème} – 20^{ème} siècles) ». Actes du Colloque Géopoint *L'explication en géographie* (29-30 mai 2000), Université d'Avignon, pp. 271-278.
- Bretagnolle Anne (2003), « Vitesse et processus de sélection hiérarchique dans le système des villes françaises ». in Pumain D., Mattéi F. (eds.), *Données urbaines*, tome 4. Paris, Anthropos, Economica.
- Bretagnolle Anne (2005-a), « De la théorie à la carte : histoire des représentations géographiques de l'espace-temps », in Volvey (dir.), *Echelles et temporalités*. Paris, Editions Atlande, Collection Clefs Concours, Géographie Thématique.
- Bretagnolle Anne (2005-b), « Les villes dans l'espace-temps : vitesse des communications et structuration des territoires », in Volvey (dir.), *Echelles et temporalités*. Paris, Editions Atlande, Collection Clefs Concours, Géographie Thématique.

- Bretagnolle Anne, Daudé Eric, Pumain Denise (2006), « From theory to modelling : urban systems as complex systems », in *Cybergeo* 335, 26 p.
- Bretagnolle Anne, Favaro Jean-Marc, Pumain Denise (communication 2007-a), « Geographical challenges in measuring urban growth : a comparison Europe/United States », 15th European Colloquium on Quantitative and Theoretical Geography, Montreux (Switzerland) 7-11 sept. 2007.
- Bretagnolle Anne, Favaro Jean-Marc, Pumain Denise (communication 2007-b), « A relevant ontology for comparing the evolution of cities around the world », The Association of American Geographers Meeting, San Francisco (USA), April 17-21.
- Bretagnolle Anne, Giraud Timothée, Mathian Hélène (2008), « La mesure de l'urbanisation des Etats-Unis, des premiers comptoirs coloniaux aux *Metropolitan Statistical Areas* (1790-2000), in *Cybergeo*, 427, 40 p.
- Bretagnolle Anne, Giraud Timothée, Mathian Hélène (communication 2008), « Une base de donnée harmonisée pour appréhender l'urbanisation des Etats-Unis, de 1790 à nos jours », Salon Géo-Evènement, Porte de Versailles, 8-9-10 avril 2008.
- Bretagnolle Anne, Paulus Fabien, Pumain Denise (2002), « Time and space scales for measuring urban growth », in *Cybergeo* 219, 12 p.
- Bretagnolle Anne, Pumain Denise (2009, sous presse), « Comparer deux types de systèmes de villes par la modélisation multi-agents (Europe, Etats-Unis) », in Zwirn H. Weisbuch G ; (eds), *Complexité en Sciences Humaines et Sociales*.
- Bretagnolle Anne, Pumain Denise, Vacchiani-Marcuzzo Céline (2007), « Les formes des systèmes de villes dans le monde », in Pumain, Mattéi (dir), *Données Urbaines*, tome 5, Paris, Economica, pp. 301-315.
- Bretagnolle Anne, Pumain Denise, Vacchiani-Marcuzzo Céline (2009), « The organisation of urban systems », in Lane, Pumain, Van der Leeuw, West (eds), *Complexity perspective on innovation and social change*. Springer.
- Bretagnolle Anne, Robic Marie-Claire (2005-a), « Révolution des technologies de communication et représentations du monde », -1 : « Monde-point et monde difforme », - 2 : « Du petit monde au monde sans échelles », in *L'Information Géographique*, Juin, vol. 69, pp. 150-167 et 168-183.
- Bretagnolle Anne, Robic Marie-Claire (2005-b), « Révolution des technologies de communication et représentations du monde », -3 : « Au risque de l'expérimentation », in *L'Information Géographique*, Décembre, vol. 70, pp. 5-28.

- Bretagnolle Anne, Verdier Nicolas (2005-a), « Images d'un réseau en évolution : les routes de poste dans la France pré-industrielle », in *Mappemonde* 79.
- Bretagnolle Anne, Verdier Nicolas (2005-b), « La mesure postale, reflet des évolutions dans le rapport au temps et à la distance au siècle des Lumières », in *Cahiers de Métrologie*, tome 22-23.
- Bretagnolle Anne, Verdier Nicolas (2007), « L'extension du réseau des routes de poste en France (1708-1833) », in Le Roux (ed.), *Postes d'Europe 18^{ème}-21^{ème} siècles. Jalons d'une histoire comparée*, Paris, Comité pour l'Histoire de la Poste, p. 155-173. Version intégrale en anglais publiée dans le même recueil « Expanding the network of Postal routes in France (1708-1833) ».
- Bunle Henri (1934), *Comparaison internationale des agglomérations urbaines*, Institut International des Statistiques, XXII^e session, Londres.
- Carey Henri (1858-1859), *Principles of Social Science*. Philadelphie, 3 volumes. En Ligne: <http://www.archive.org/details/socialscience01carerich>.
- Caron François (1997), *Histoire des chemins de fer en France. Tome 1, 1740-1883*. Paris, Fayard, 700 pages.
- Cattan Nadine, Grasland Claude (1997), *Les différentiels d'accessibilité des villes moyennes en France*, Volume 1. Rapport de recherche pour le Ministère de l'Équipement, du Transport et du Logement, 115 pages.
- Cattan Nadine, Pumain Denise, Saint-Julien Thérèse, Rozenblat Céline (1999), *Le système des villes européennes*. Paris, Economica (1^{ère} éd. 1994).
- Cauvin Colette, Lepetit Bernard, Reymond Henry (1987), « Cartes postales : un espace de relation dans la France pré-industrielle », in *Histoire & Mesure*, 11-3/4, pp. 89-114.
- Center for Neighborhood Technology (2006), « Housing and Transportation Cost Trade-offs and Burdens of Working Households in 28 Metros », rapport en ligne sur le site www.cnt.org, octobre.
- Chamussy Henri (2003), « Les géographes au risque de la complexité », in *Géocarrefour* : Les références des géographes, vol. 78, n°1, pp. 61-70.
- Chandler T. I., Fox G. (1976), *3000 Years of Urban Growth*. New York.
- Chartier Roger, Neveux Hugues (1998), « La ville dominante et soumise », dans Le Roy Ladurie (ed.), *Histoire de la France Urbaine. La ville des temps modernes, de la Renaissance aux Révolutions*. Paris, Points Histoire, pp. 13-285.

- Chevalier Michel (1842 et 1844), *Cours d'Économie Politique fait au Collège de France*, tome 1 : Année 1841-42, tome 2 : Année 1842-43. Paris, Capelle Libraire-éditeur.
- Chorley R. J. (1962), « Geomorphology and General System Theory », *Theoretical Papers in the Hydrologic and Geomorphic Sciences, Geological Survey Professional Paper*, 500-B, Washington.
- Christaller W. (1933), *Die zentralen Orte in Süddeutschland*, Jena, Fischer, traduit en 1966 par Baskin C. W. sous le titre *Central Places in Southern Germany*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Chudacoff H. (1981), *The Evolution of American Urban Society*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall Inc.
- Crozet Y., Joly I. (2004), « Budget-temps de transport: les sociétés tertiaires confrontées à la gestion paradoxale du bien le plus rare », in *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n°45/2004, pp. 27-48.
- Curry Leslie (1964), « The random spatial economy: an exploration in settlement theory », in *Annals of the Association of American Geographers*, pp. 138-146.
- Danscoine P. (1984), *Théorie des graphes et constitution du réseau ferré français*. Thèse de doctorat de Géographie, Université Paris 1.
- Dauphiné André (1987), *Les modèles de simulation en géographie*. Paris, Economica, 187 pages.
- Dauphiné André (1991), « Ordre et chaos en géographie physique », in *L'Espace Géographique*, pp. 289-301.
- Dauphiné André (1995), *Chaos, fractales et dynamiques en géographie*. Montpellier, Reclus, collection Espaces modes d'emploi, 135 pages.
- De Vries Jan (1984), *European urbanization, 1500-1800*. London, Methuen & Co LTD.
- Deichmann Uwe, Balk Deborah, Yetman Greg (2001), « Transforming population data for interdisciplinary usages: from census to grid », <http://sedac.ciesin.columbia.edu/gpw-v2/GPWdocumentation.pdf>.
- Demangeon Albert (1920), « L'étude de la vie urbaine et la ville de Paris ». *Annales de géographie*, p. 216-219.
- Desportes M. (2005), *Paysages en mouvement*. Paris, Gallimard, Bibliothèque Illustrée des Histoires.
- Dicken Peter (1986), *Global Shifts : Mapping the Changing Contours of the World Economy*. Guilford Press (reed. 2007).

- Dickinson Robert E. (1932), « The Distribution and Functions of the Smaller Settlements of East Anglia », in *Geography*, 17, p. 19-31.
- Dickinson Robert E. (1934), « The Metropolitan Regions of the United States », in *The Geographical Review*, 23, p. 278-291.
- Dickinson Robert E. (1947), *City Region and Regionalism. A Geographical contribution to Human Ecology*. London, Kegan Paul.
- Dobkins L.H., Ioannides Yannis M. (2001), « Spatial interactions among U.S. cities: 1900-1990 », in *Regional Science and Urban Economics*, 31, 701-731.
- Duby Georges (1962), *L'économie rurale et la vie des campagnes dans l'Occident médiéval*, tomes 1 et 2. Paris, Flammarion, Champs, Edition 1977.
- Duby Georges (1973), *Guerriers et paysans, 7^{ème} - 12^{ème} siècles, premier essor de l'économie européenne*. Paris, Gallimard.
- Duby Georges (1984), *Hommes et structures du Moyen Age*. Paris, Mouton.
- Dupeux Georges (1981), *Atlas historique de l'urbanisation de la France, 1811-1975*. Paris, Editions du CNRS.
- Dupuy Gabriel (1995), *Les territoires de l'automobile*. Paris, Anthropos, Economica, 216 pages.
- Dupuy Gabriel (1999), *La dépendance automobile. Symptômes, analyses, diagnostic, traitements*. Paris, Anthropos, Economica, 157 pages.
- Durand-Dastès François (1999), « Jamais deux fois...Ou : De quelques précautions à prendre avec le temps », in *Travaux de l'Institut de Géographie de Reims*, n°101-104, pp. 5-23.
- Eckert Max (1909), « Eine Neue Isochronenkarte der Erde », in *Petermann's Geographische Mitteilungen*, LV.
- Elias Norbert (1996), *Du temps*. Paris, Editions Fayard.
- ESPON 1-4-3 (2007), *Study on urban functions*. Rapport final, sous la coordination de l'IGEAT (Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire), Université libre de Bruxelles, http://www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/261/420/index_EN.html
- Favaro J.-M. (2007), *Croissance urbaine et cycles d'innovation dans les systèmes de villes: une modélisation par les interactions spatiales*. Thèse de doctorat de Géographie, Université Paris 1.
- Fullerton Brian (1975), *The Development of British Transport networks*. London, Oxford University Press, Theory and Practice in Geography, 60 pages.
- Gallego J. (2007); *Downscaling population density in the European Union with a land cover map and a point survey*, <http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadetails.asp?id=1018>

- Galton Francis (1881), « On the construction of isochronic Passage-Charts », in *Proceedings on the Royal Geographical Society and Monthly Records of geography*, London, vol. III.
- Gardner Todd (1999), « Metropolitan Classification for Census Years before World War II », in *Historical Methods*, vol. 32, Number 3, pp. 139-150.
- Gardner Todd (2001), « The slow wave: The changing residential status of cities and suburbs in the United States, 1850-1940 », in *Journal of Urban History*, 27, pp. 293-312.
- Garreau J. (1991), *Edge City*. New York, Double Day Anchor Books.
- Garrisson William L. (1990), « Networks: Reminiscence and lessons », in *Flux*, n°1, pp. 5-12.
- Gaudin Jean-Pierre (1979), *L'aménagement de la société. La production de l'espace aux 19^{ème} et 20^{ème} siècles*. Paris, Anthropos.
- Gazagnadou Didier (1994), *La poste à relais. La diffusion d'une technique de pouvoir à travers l'Eurasie*. Paris, Kimé, 178 p.
- Geddes Patrick (1915), *Cities in Evolution*. Londres, William & Norgate LTD.
- George Pierre (1962), « Une nouvelle délimitation des agglomérations urbaines en France », in *Population, Notes et Documents*, 17^{ème} année, n°1 (jan-mars), pp. 129-131.
- George Pierre (1968), « Chemins de fer et développement urbain », in *Mélanges offerts à Maurice Pardé*, Rennes, Presses Universitaires de Bretagne, pp. 229-237.
- Ghorra-Gobin Cynthia (1997), *Los Angeles. Le mythe américain inachevé*. Paris, CNRS éditions.
- Ghorra-Gobin Cynthia (1998), *La ville américaine, Espace et société*. Paris, Nathan Université, collection Géographie.
- Ghorra-Gobin Cynthia (2003), « Géographie et aire culturelle, témoignage et perspective », in *Géocarrefour. Revue de géographie de Lyon*, Volume 78, n°1, pp. 33-43.
- Gibrat Robert (1931), *Les inégalités économiques*, Paris, Sirey.
- Gibson C. (1998), *Population of the 100 largest cities and other urban places in the United States, 1790 to 1990*. Population Division Working Paper 27, US Bureau of the Census, Washington DC.
- Gilbert M. (1968), *British History Atlas*, London.
- Godlund S. (1952), « Ein innovationsverlauf in Europa, dargestellt in einer vorläufigen untersuchung über die ausbreitung der eisenbahninnovation », in *Lund Studies in Geography*, ser. B. Human Geography, n° 6.
- Goyer Doreen S., Draaijer Gera E. (1992), *The Handbook of National Population Censuses. Europe*. Westport (U.S.A.), Greenwood Press, 545 pages.

- Grasland Claude (1991), « Potentiels de population, interaction spatiale et frontières : des deux Allemagne à l'unification », in *L'Espace Géographique*, n°3.
- Grataloup Christian (2007), *Géohistoire de la mondialisation. Le temps long du monde*. Paris, Armand Colin, 256 pages.
- Greene E. B., Harrington V. (1932), *American Population before the Federal Census of 1790*, Gloucester, Massachusetts (reed. 1966).
- Gruber T.R. (1993), « Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing », in N. Guarino and R. Poli, (Eds.), *International Workshop on Formal Ontology*, Padova, Italy. Published in *International Journal of Human-Computer Studies*, Volume 43 (5-6), 1995, pp. 907-928.
- Guðmundur Jónsson, Magnús S. Magnússon (ed.) (1997), *Hagskinna. Sögulegar hagtölur um Ísland. Icelandic Historical Statistics. Census 1^{er} novembre 1901*. Reykjavík, Hagstofa Islands/Statistics Iceland, 957 pages.
- Guérin-Pace France (1993), *Deux siècles de croissance urbaine. La population des villes françaises de 1831 à 1990*. Paris, Economica.
- Guérois Marianne (2003), *Les formes des villes d'Europe occidentales vues du ciel. Une contribution de l'image CORINE Land cover à la comparaison des formes contemporaines de l'étalement urbain dans les grandes villes*. Thèse de Doctorat de Géographie, Université Paris 1.
- Guérois Marianne, Paulus Fabien (2002), « Commune centre, agglomération, aire urbaine : quelle pertinence pour l'étude des villes ? », in *Cybergeo*, n°212.
- Hägerstrand T. (1952), *The propagation of innovation waves*, Lund : The Royal University of Lund.
- Halbwachs Maurice (1946), *Morphologie sociale*, Paris, Librairie Armand Colin, 2^{ème} édition.
- Hall Peter (1988), *Cities of tomorrow. An intellectual history of Urban planning and Design in the twentieth century*. Oxford, Basil Blackwell, 473 pages.
- Hall Peter, Gracey Harry, Drewett Roy, Thomas Ray (1973), *The containment of urban England. Vol. 1: Urban and metropolitan growth processes*. London, George Allen & Unwin Ltd, 464 pages.
- Harvey David (1989), *The condition of postmodernity. An inquiry into the origins of cultural change*. Basil Blackwell, UK, USA.
- Hassinger Hugo (1910), « Beiträge zur Siedlungs- und Verkehrsgeographie von Wien ». *Mitteilungen der K.K. Geographischen Gesellschaft*, 53, p. 3-88.

- Hayt F. (1996), *Atlas d'Histoire*, Bruxelles, De Boeck & Larcier.
- Higgs Robert (1969), « The growth cities midwestern region », in *Journal of Regional Science*, vol. 9, pp. 369-375.
- Hohenberg Paul M., Lees Lynn H. (1992), *La formation de l'Europe urbaine, 1000-1950*. Paris, PUF collection Histoire.
- Hugill Peter J. (1993), *World Trade since 1431. Geography, technology and capitalism*. Baltimore and London, The John Hopkins University Press, 376 pages.
- Huriot J.-M., Perreur J. (1990), « Distances, espaces et représentations », in *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n°2.
- Joly I., Masson S., Petiot R. (2003), « Les déterminants de la part modale des transports en commun de 100 villes du monde », in *Transport* n°420.
- Joly Iragaël (2005), *L'allocation du temps au transport – De l'observation internationale des budgets temps de transport aux modèles de durées*. Thèse de Doctorat de Géographie et Aménagement, Université Lyon 2.
- Jordan Thomas E. (1998), *The Census of Ireland 1821-1911. General Reports and Extracts*, vol. 3. Lewiston (USA)/Queenston (Canada)/Lampeter (UK), The Edwin Mellen Press, 3 volumes, 746 pages.
- Jouffroy L. M. (1931), « Aperçu du développement du réseau ferré en Europe de 1830 à 1848 », in *Annales de Géographie*.
- Juillard Etienne (1974), *La « région ». Contributions à une géographie générale des espaces régionaux*. Strasbourg, Editions Ophrys, 230 p. [recueil d'articles].
- Julien Philippe (2001), *Des nomenclatures spatiales françaises. Application à la mesure de l'urbanisation en France métropolitaine (1962-1999)*. Thèse de Doctorat de Géographie et Aménagement, Université de Toulouse.
- Julien Philippe (2003), « L'évolution des périmètres des aires urbaines 1968-1999 », in Pumain D., Mattéi F. (eds.), *Données urbaines*, tome 4. Paris, Anthropos, Economica, pp. 11-20.
- Klassen L. H. (1978), « Désurbanisation et réurbanisation en Europe Occidentale », in J. P. H. Paelinck (ed.), *La structure urbaine en Europe Occidentale : Faits, théories et modèles*, Saxon House, pp. 119-140.
- Klassen L. H., Paelinck J. H. P. (1979), « The future of large towns », in *Environment and Planning A*, vol. 11, pp. 1095-1104.
- L'Hostis A. (1996), « Transports et aménagement du territoire : cartographie par images de synthèse d'une métrique réseau ». *Mappemonde*, n°3, pp. 37-43.

- Lahmeyer Jan (2008), Historical demography of all countries, their divisions and towns. [En Ligne] www.populstat.info.
- Lalanne Léon (1863), « Essai d'une théorie des réseaux de chemin de fer, fondée sur l'observation empirique des faits et sur les lois primordiales qui président au groupement des populations », *Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, juillet-décembre, p. 206-210.
- Lalanne Léon (1875), « Note sur les faits d'alignements naturels dans leurs relations avec les lois qui président à la répartition des centres de population à la surface du globe », *Compte-rendu des séances du Congrès Géographique International de Paris*, vol. II, p. 45-55.
- Lamarre Christine, « Aux origines de la définition statistique de la population urbaine en France : le seuil des 2000 habitants », in *Histoire et Mesure*, II-2, pp. 59-72.
- Laroque D., Jigaudon G. (1985), *Petites villes et infrastructures de transport, 1851-1954*, Conservatoire national des arts et métiers, CDHT.
- Law C. M. (1967), « The growth of urban population in England and Wales, 1801-1911 », in *Transactions of the Institute of British Geographers*, n°41, pp. 125-143.
- Le Fillatre Paul (1961), « Nouvelle délimitation des agglomérations urbaines utilisées par l'INSEE », in *Etudes Statistiques*, janvier-mars.
- Le Gléau Jean-Pierre, Pumain Denise, Saint-Julien Thérèse (1996), « Villes d'Europe : à chacun sa définition », in *Economie et Statistique*, n° 294-295, 4/5, pp. 9-23.
- Le Goff Jacques (1993), *Marchands et banquiers au Moyen Age*. Paris, PUF (1^{ère} ed. 1956).
- Le Jeannic Thomas (1996), « Une nouvelle approche territoriale de la ville », in *Economie et Statistique*, n°294-295, pp. 25-46.
- Le Mée René (1971), « Population agglomérée, population éparse au début du 19^{ème} siècle », in *Annales de démographie historique*, pp. 454-510.
- Legoyt Alfred (1867), *Du progrès des agglomérations urbaines et de l'émigration rurale en Europe et particulièrement en France*. Marseille, Impr. Cayer.
- Lepetit Bernard (1984), *Chemins de terre et voies d'eau. Réseaux de transport et organisation de l'espace en France, 1740-1840*. Paris, Editions de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales. 139 pages.
- Lepetit Bernard (1988), *Les villes dans la France moderne (1740-1840)*. Paris, Albin Michel.
- Leroy-Ladurie Emmanuel (1995), *Le siècle des Platter, 1499-1628*. Paris, Fayard.
- Lévy Jacques (1997), *Europe, une géographie*. Paris, Hachette Supérieur.

- Livet Georges (1959), « La route royale et la civilisation française de la fin du 15^{ème} siècle au milieu du 18^{ème} siècle », in Michaud G. (ed), *Les routes de France depuis les origines jusqu'à nos jours*, Paris, Colloque des Cahiers de Civilisation.
- Livet Pierre, Sanders Lena (2009), « Le 'test ontologique' : un outil de médiation pour la modélisation agent », Communication aux Journées de Rochebrune 2009 : *Ontologies et systèmes complexes : perspectives interdisciplinaires*, organisées par Denis Phan, 19-24 janvier.
- Lotka A. J. (1924), *Elements of Physical Biology*. Baltimore.
- Mackinder Halford (1887), « On the scope and methods of Geography ». *Proceedings of the R. G. S. (New Series)*, 9, p. 141-160.
- Madden C. H. (1955), « On some indications of stability in the growth of cities in United States », in *Economic Development and Cultural Change*, vol. 4.
- Madella R. Rabino G. A. (2003), « Italian urban systems: a delimitation », Rapport, non publié.
- Madre J.-L., Maffre J. (1994), « L'enquête Transports et Communications 1993-1994 », in *Courrier des Statistiques (INSEE)*, n°69.
- Marchand Patrick (2004), *Les maîtres de poste et le transport public en France, 1700-1850*. Thèse de doctorat d'Histoire, Université Paris 1.
- Marchand Patrick (2006), *Le maître de poste et le messenger. Les transports publics en France au temps des chevaux*. Paris, Belin, 365 pages.
- Marpsat Maryse (1986), « Les agglomérations multi-communales : évolution des définitions et de leur mise en œuvre », in *I.N.S.E.E., Courrier des Statistiques*, n°39.
- Marx Roland (1993), *Histoire de l'Angleterre*. Paris, Editions Fayard, 837 pages.
- McKenzie Roderick D. (1933), *The Rise of Metropolitan Communities, President's Research Committee, Recent Social Trends*, vol. 1. Reproduit dans McKenzie, 1968, *On Human Ecology*, The University of Chicago Press, p. 245-305.
- Merlin Pierre (1991), *Géographie, économie et planification des transports*. Paris, PUF, 472 pages.
- Meuriot Paul (1897), *Des agglomérations urbaines dans l'Europe contemporaine. Essai sur les causes, les conditions, les conséquences de leur développement*. Thèse pour le doctorat présentée à la Faculté des lettres de l'Université de Paris. Paris, Belin frères, Libraires-Editeurs, 475 pages.

- Meuriot Paul (1909), « De la mesure des agglomérations urbaines », in *Bulletin de l'Institut International de Statistique*, vol. XVIII, n°2, reproduit dans Roncayolo M. et Paquot T. (dir.) (1992), *Villes et civilisation urbaine, XVIII^e-XX^e siècles*. Paris, Larousse, Textes Essentiels.
- Meuriot Paul (1919), « Du concept de ville d'autrefois et aujourd'hui », *La Vie Urbaine*, n° 1 et 2, pp. 145-154, reproduit dans Roncayolo M. et Paquot T. (dir.) (1992), *Villes et civilisation urbaine, XVIII^e-XX^e siècles*. Paris, Larousse, Textes Essentiels.
- Mitchell Brian R. (2003), *International Historical Statistics. Europe 1750-2000*. Houndmills, Basingstoke, Hampshire (UK) and New York (USA), Palgrave Macmillan, 5^e édition 960 pages.
- Moriconi-Ebrard François (1993), *L'urbanisation du monde*. Paris, Anthropos, Economica, Collection Villes, 372 p.
- Moriconi-Ebrard François (1994), *Géopolis, Pour comparer les villes du monde*, Paris, Anthropos, Economica, Collection Villes, 246 p.
- Moriconi-Ebrard François (2000), *De Babylone à Tokyo. Les grandes agglomérations du monde*. Gap, Paris, Editions Ophrys, 344 pages.
- Moriconi-Ebrard François (2008), *Identification et dynamiques des espaces périurbains. Etude rétrospective et comparative sur le peuplement des communes françaises. Espaces sous influence urbaine*. Rapport pour le CERTU n°13011 [En Ligne], 72 pages.
- Moriconi-Ebrard François, Hubert Jean-Paul (1999), « Terrae Statisticae : The Database on European Local Territorial Units », in *Sistema Terra*, vol. 8, n°1-3, pp. 120-125.
- Moriconi-Ebrard François, Pumain Denise, Saint-Julien Thérèse (1991), *Définition d'une unité urbaine dans la Communauté Européenne*. Rapport remis à l'Office Statistique des Communautés Européennes, contrat Equipe PARIS, INED, NUREC.
- Muller Jean-Pierre (2009), « La notion de cadre conceptuel : penser la place des ontologies dans le processus de modélisation », Communication aux Journées de Rochebrune 2009 : *Ontologies et systèmes complexes : perspectives interdisciplinaires*, organisées par Denis Phan, 19-24 janvier.
- Mumford Lewis (1928), « The theory and practice of regionalism », *The Sociological Review*, Kraus Reprint, vol. 20, pp. 18-33 et 131-141.
- Newman P., Kenworthy J. (1989), *Cities and automobile dependence. An international Sourcebook*. Sydney, Gower Technical.
- NUREC (1994), *Atlas of agglomerations in the European Union*, Duisburg.

- O. N. U. (1970), *Recommandations européennes concernant les recensements de population de 1970*. ST/CES/13-1969, Nations Unies.
- O. N. U. (1978), « Instructions for 1980 Population Censuses and Households in E.E.C ». Regional Variant of Parts II and III of *Universal Instructions for Population Censuses and Households, Norms and Statistical Studies*, United Nations, New York.
- Offner Jean-Marc (1997), « Vitesse et territoires: restructurations géographiques en fonction de l'évolution des moyens de transport ». Communication aux Entretiens de La Villette, *La vitesse*, Paris, Centre des Congrès de La Villette.
- Offner Jean-Marc (2000), « Pour une géographie des interdépendances », in Lévy J. et Lussault M. (eds.), *Logiques de l'espace, esprit des lieux. Géographies à Cerisy*, Mappemonde, Belin.
- Offner Jean-Marc, Pumain Denise (dir.) (1996), *Réseaux et territoires. Significations croisées*. La Tour d'Aigues, Editions de l'Aube.
- Orfeuil Jean-Pierre (1999), *Je suis l'automobile*. Paris, Editions de l'Aube.
- Ozouf-Marignier Marie-Vic (1989), *La formation des départements. La représentation du territoire français à la fin du 18^{ème} siècle*, Paris, Editions des Hautes Etudes en Sciences Sociales.
- Ozouf-Marignier Marie-Vic, Robic Marie-Claire (1995), « La France au seuil des temps nouveaux. Paul Vidal de la Blache et la régionalisation », in *L'Information Géographique*, n°59, pp. 46-56.
- Paffoni Elsa (2008), *Etablissement du chemin de fer et rapport au territoire des Etats-Unis au cours des 19^{ème} et 20^{ème} siècles*. Mémoire Master 1 Carthageo, Université de Paris 1.
- Palsky Gilles (1996), *Des chiffres et des cartes. Naissance et développement de la cartographie quantitative française au XIX^e siècle*. Paris, Éditions du CTHS.
- Paquot Thierry (1992), « Introduction », in Paquot, Roncayolo (eds), *Villes et civilisations urbaines, 18^{ème}-20^{ème} siècles*. Paris, Larousse, Textes Essentiels, 688 pages.
- Paquot Thierry (1997), « Quelle civilisation urbaine ? Le sens des mots », in *Urbanisme*, septembre-octobre 1997, n°296, pp. 42-47.
- Paulus Fabien (2004), *Coévolution dans les systèmes de villes : croissance et spécialisation des aires urbaines françaises de 1950 à 2000*. Thèse de Doctorat de Géographie, Université de Paris 1.
- Perreur Jacky (1989), « L'évolution des représentations de la distance et l'aménagement du territoire », in *Revue d'Economie Régionale et urbaine*, n°1.
- Pinchemel Philippe et Geneviève (1988), *La Face de la terre*. Paris, Armand Colin, 519 pages.

- Pinol Jean-Luc (1991), *Le monde des villes au 19^{ème} siècle*. Paris, Hachette Supérieur.
- Pinol Jean-Luc (1996), « Un système urbain vieux de vingt-cinq siècles », in *Atlas historique des villes de France*. Paris, Hachette, 318 pages.
- Pinol Jean-Luc (1999), « La mobilité dans la ville révélateur des sociétés urbaines », in *Annales de Démographie Historique*, vol. 1, pp. 7-15.
- Pinol Jean-Luc, Walter François (2003), « La ville contemporaine jusqu'à la seconde guerre mondiale », in Pinol J.-L. (dir.), *Histoire de l'Europe Urbaine*, tome 2, Paris, Seuil.
- Plassard François (1995), « Les réseaux de transport et de communication », in Bailly A., Ferras R., Pumain D. (eds), *Encyclopédie de Géographie*, Paris, Economica.
- Pooley Colin G., Turnbull Jean, Adam Mags (2005), *A mobile century ? Changes in everyday mobility in Britain in the 20th century*. Ashgate Publishing Group, Transport and mobility Series.
- Pred Alan (1966), *The spatial dynamics of U.S. urban-industrial growth, 1800-1914: Interpretive and theoretical essays*. Cambridge, The M.I.T. Press.
- Pred Alan (1973-a), « The growth and development of systems of cities in advanced economies », in Pred A., Törnqvist G., *Systems of cities and information flows, two essays*. Lund Studies in Geography, ser. B, Human Geography, n°38.
- Pred Alan (1973-b), *Urban growth and the circulation of information : the United States system of cities, 1790-1840*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press.
- Pred Alan (1977), *City-Systems in Advanced Economies*. London, Hutchinson and Co, 256 pages.
- Pumain Denise (1982-a), *La dynamique des villes*. Paris, Economica, 231 pages.
- Pumain Denise (1982-b), « Chemins de fer et croissance urbaine en France au XIX^e siècle », in *Annales de Géographie*, n°507.
- Pumain Denise (1993), « L'espace, le temps et la matérialité des villes », in Pumain D., Lepetit B. (eds), *Temporalités urbaines*, Paris, Anthoropos.
- Pumain Denise (1997), « Pour une théorie évolutive des villes », *L'Espace Géographique*, 2, 119-134.
- Pumain Denise (2008), « The Socio-Spatial Dynamics of Systems of Cities and Innovation Processes : a Multi-Level Model », in Albeverio S., Andrey D., Giordano P., Vancheri A. (Eds.) *The Dynamics of Complex Urban Systems. An Interdisciplinary Approach*. Physica Verlag, Springer, Berlin, 373-389.

- Pumain Denise, Paquot Thierry, Kleinschmager Richard (2006), *Dictionnaire de la ville et de l'urbain*. Paris, Economica, 320 pages.
- Pumain Denise, Riandey Benoît (1986), « Le fichier de l'INED : Urbanisation de la France », in *Espace Populations Sociétés*, vol. 2, pp. 269-278.
- Pumain Denise, Robic Marie-Claire (1996), « Théoriser la ville », in Derycke P.-H., Huriot J.-M., Pumain D. (eds), *Penser la ville, Théories et modèles*. Paris, Anthropos.
- Pumain Denise, Saint-Julien Thérèse (1997), *L'analyse spatiale. Localisations dans l'espace*. Paris, Armand Colin, 167 pages.
- Pumain Denise, Saint-Julien Thérèse (2001), *L'analyse spatiale. Les interactions spatiales*. Paris, Armand Colin, 189 pages.
- Pumain Denise, Saint-Julien Thérèse, Cattani Nadine, Rozenblat Céline (1990), *Le concept statistique de la ville dans les différents pays d'Europe*. Luxembourg, Eurostat, 72 p.
- Ravenstein Ernst Georg (1885), « The laws of migration », in *Journal of the Statistical Society*, vol. XLVIII, part 2, pp. 167-199.
- Reclus Elisée (1877), *Nouvelle Géographie Universelle, La Terre et les Hommes*, t. 2, Paris, Hachette.
- Reclus Elisée (1879), *Nouvelle Géographie Universelle, La Terre et les Hommes*, t. 4, Paris, Hachette.
- Reclus Elisée (1895), « The evolution of cities », in *The Contemporary Review*, 67 (2), p. 246-264.
- Reclus Elisée (1905), *L'Homme et la Terre*, Paris.
- Renouard Yves (1962), « Routes, étapes et vitesses de marche de France à Rome aux 13^{ème} et 14^{ème} siècles », in *Studi A. Fanfani*, Milan, Tome 3.
- Reschovsky C. (2004), « Journey to Work : 2000 », in *Census 2000 Brief*, US Census Bureau, March 2004, pp. 1-13.
- Reynaud Jean (1841), « Villes ». *Encyclopédie Nouvelle*, t. VIII, p. 670-687.
- Rhein Catherine (2005), « De la ville à l'urbanisation », in Laboratoire Strates, Lectures, [En Ligne] <http://strates.revues.org/document1186.html> .
- Rietveld Piet, Van Nierop Joost (1995), « Urban growth and the development of transport networks; the case of the Dutch railways in the nineteenth century », in *Flux*, n°19, pp. 31-43.
- Robic Marie-Claire (1982), « Cent ans avant Christaller... une théorie des lieux centraux ». *L'Espace Géographique*, n°1, pp. 5-12.

- Robic Marie-Claire (1984), « Jean Reynaud (1806-1863) », in Pinchemel P., Robic M.-C., Tissier J.-L. (dir.), *Deux siècles de géographie française. Choix de textes*. Paris, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, pp. 34-35.
- Robic Marie-Claire (2003), « La ville, objet ou problème ? La géographie urbaine en France (1890-1960) », in *Sociétés contemporaines*, 49-50, p. 107-138.
- Robson Brian T. (1973), *Urban growth : an approach*. London, Methuen and Co. 268 pages.
- Roncayolo Marcel (1983), « Logiques urbaines », in Agulhon M., Choay F., Crubellier M., Lequin Y., Roncayolo M. (eds), *La ville de l'âge industriel. Le cycle haussmannien*, Paris, Editions du Seuil, 2^{ème} ed. 1998.
- Roncayolo Marcel (1990), *La ville et ses territoires*, Paris, Editions Gallimard, Folio Essais.
- Roncayolo Marcel (2002), *Lectures de villes. Formes et temps*. Marseille, Éditions Parenthèses.
- Roncayolo Marcel et Paquot Thierry (dir.) (1992), *Villes et civilisation urbaine, XVIII^e-XX^e siècles*. Paris, Larousse, Textes Essentiels, 688 pages.
- Rosenwaike I. (1970), « A critical examination of the designation of Standard Metropolitan Statistical Areas », in *Social Forces*, vol. 48, n°3 (mars 1970).
- Rotariu Traian (coord.) (1999), *Recensământul din 1900. Transilvania*. București, Editura Staff, Colecția Studia Censualia Transsilvanica, 711 pages.
- Salmon Frédéric (2008), *Atlas historique des Etats-Unis de 1783 à nos jours*. Paris, Armand Colin, 128 pages.
- Salsbury Stephen (1995), « Grands réseaux techniques, modèles de développement dans le temps : l'exemple des chemins de fer et de l'électricité », in *Flux*, n°22, pp. 31-42.
- Sanders Lena, Favaro Jean-Marc, Glisse Benoît, Mathian Hélène, Pumain Denise (2007). « Intelligence artificielle et agents collectifs: le modèle EUROSIM », in *Cybergeos*, 392.
- Schuler Martin (1984), « Délimitation des agglomérations en Suisse », in *Contributions à la statistique suisse*, 105^{ème} fascicule, Office Fédéral de la Statistique, Berne.
- Shryock Henry S. (1957), « The natural history of Standard Metropolitan Areas », in *The American Journal of Sociology*, vol. 63, n°2, pp. 163-170.
- Smith Barry (2003), « Ontology », in Floridi L. (ed.), *Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information*, Blackwell, Oxford, p.155-166.
- Stewart John Quincy (1941), « An inverse distance variation for certain social influences », in *Science*, pp. 88-89.
- Stewart John Quincy (1942), « A measure of the influence of a population at a distance », in *Sociometry*.

- Stewart John Quincy, Warntz William (1958), « Macrogeography and social science », in *Geographical Review*, vol. 48, pp. 167-184.
- Stewart John Quincy, Warntz William (1959), « Some parameters of the geographical distribution of population », in *Geographical Review*, vol. 49, pp. 270-273.
- Stewart John Quincy, Warntz William (1968), "Physics of population distribution", in B. Berry et D. F. Marble (eds.) *Spatial analysis, a reader in statistical geography*, New Jersey, Prentice-Hall, INC., Englewood Cliffs.
- Studený Christophe (1995), *L'invention de la vitesse, France, XVIII^e-XX^e siècles*. Paris, Gallimard, Collection NRF, Bibliothèque des Histoires.
- Sundbärg Gustav (1900), *La Suède, son peuple et son industrie. Exposé historique et statistique publié par ordre du gouvernement*. Stockholm, Imprimerie Royale, P. A. Norstedt & Söner, 2 volumes, vol. 1, IX + 437 + XX pages.
- Sundbärg Gustav (1906), *Aperçus statistiques internationaux*. Dixième année. Stockholm, Imprimerie Royale, P. A. Norstedt & Söner, XI + 340 pages.
- Sundbärg Gustav (1907), *Bevölkerungsstatistik Schwedens, 1750-1900*. Réédition 1970, *Urval, Skriftserie utgiven av statistiska centralbyrån*, n°3, 170 pages.
- Taylor Georges Rogers (1967), « American urban growth preceding the railway age », in *The Journal of Economic History*, vol. 27, n°3, pp. 309-339.
- Taylor Georges Rogers, Neu Irene (1956), *The American Railroad Network 1861-1890*. Cambridge, Harvard University Press.
- Thomas William (communication 2008), « The railroad and the U. S. South: a Network Visualization », 2008 Annual Meeting of the Association of American Geographers, Boston, April 15-19.
- Tobler Waldo, Deichmann Uwe, Gottsegen Jon, Maloy Kelly (1997), « World population in a grid of spherical quadrilaterals », *International Journal of Population Geography*, vol. 3, pp. 203-225.
- Trénard L. (1959), « De la route royale à l'âge d'or des diligences », in Michaud G. (ed), *Les routes de France depuis les origines jusqu'à nos jours*, Paris, Colloque des Cahiers de Civilisation.
- Vacchiani-Marcuzzo C. (2005), *Mondialisation et système de villes : les entreprises étrangères et l'évolution des agglomérations sud-africaines*. Thèse de Doctorat de Géographie, Université Paris 1.

- Van der Haegen H., Pattyn M. (1979), « Les régions urbaines belges », in *Bulletin de Statistique*, Royaume de Belgique, Ministère des Affaires Etrangères, INS, Bruxelles, n°5-6, pp. 235-249.
- Van der Haegen H., Pattyn M., Rousseau S. (1981), « Dispersion et relations de niveau élémentaire des noyaux d'habitat en Belgique. Situation en 1980 », in *Bulletin de Statistique*, Royaume de Belgique, Ministère des Affaires Etrangères, INS, Bruxelles, n°5-6, pp. 265-284.
- Van der Haegen H., Van Hecke E., Juchtmans G. (1996), « Les régions urbaines belges en 1991 », in *Etudes statistiques n°104*, Institut national de Statistique.
- Vance James E. (1990), *Capturing the Horizon. The Historical and Geography of Transportation since the Sixteenth Century*. Softshell Books edition.
- Vance James E. (1995), *The North American railroad : its origin, evolution and geography*. Baltimore, The John Hopkins University Press.
- Vandermotten Christian, Vermoesen Frank, De Lannoy Walter, De Corte Stefan (1999), « Villes d'Europe. Cartographie comparative », in *Bulletin du Crédit Communal*, Trimestriel, 53^{ème} année, n°207-208, 407 pages.
- Veltz Pierre (1996), *Mondialisation, villes et territoires*. Paris, PUF.
- Veltz Pierre (2002), *Des lieux et des liens. Politique du territoire à l'heure de la mondialisation*. La Tour D'Aigues, Editions de l'Aube.
- Veltz Pierre (2008), *La grande transition. La France dans le monde qui vient*. Paris, Seuil, 260 pages.
- Verdeil Eric (2001), « La limite ville-campagne dans les projets d'aménagement de la région parisienne de 1919 à 1939 », in Berdoulay V., Claval P. (dir.), *Aux débuts de l'urbanisme français*, Paris, L'Harmattan, p. 205-215.
- Verdier N. (2007), « Le réseau technique est-il un impensé du 18^{ème} siècle : le cas de la poste aux chevaux », in *Flux*, n°68, avril-juin 2007, pp. 7-21.
- Vidal de la Blache Paul (1911), « La relativité des divisions régionales ». Athéna (Conférence à l'Ecole des Hautes Etudes sociales).
- Vidal de la Blache Paul (1922), *Principes de Géographie Humaine*, Paris, Armand Colin.
- Wade R. C. (1959), *The Urban Frontier, 1790-1830*. Cambridge (Mass.), Harvard University Press.
- Walker Francis A. (1874), *Statistical Atlas of the United States*. New York, Julius Bien.
- Wallerstein Immanuel (1980, 1984), *Le système du monde du 15^{ème} siècle à nos jours*. Paris, Flammarion, deux volumes.

- Ward D. (1964), « A comparative historical geography of streetcar suburbs in Boston, Massachusetts and Leeds, England: 1850-1920 », in *Annals of the American Geographers*, vol. 54, n°4.
- Webber Melvin (1964), « The Urban Place and the Nonplace Urban Realm », in Webber and *alii* (eds.), *Explorations into Urban Structure*. Philadelphia, University of Pennsylvania Press, pp. 79-153. Tr. fr. en 1996, *L'urbain sans lieu ni bornes*. Préface et annotations de F. Choay. Paris, Editions de l'Aube, Collection Monde en cours.
- Weber Ferrin Adna (1899), *The Growth of Cities in the Nineteenth Century. A Study in Statistics*. Ithaca, NY (USA), Cornell University Press, coll. Cornell Paperbacks (1967), 495 pages.
- Weinreb T. (1902), « Les grandes cités du monde », *La Géographie*, pp. 313-321.
- Zahavi Y. (1974), *Travel time budgets and mobility in urban areas*. Report prepared for the U.S. Department of Transportation and the Ministry of Transport of Federal Republic of Germany, 267 pages.
- Zipf C. K. (1949), *Human behaviour and the principle of least effort*, Addison Wesley Press, Cambridge, Mass.

SOURCES

Akademie der Wissenschaften in Wien, Schriften der Balkan-Kommission XIII. *Ergebnisse der Volkszählung in Albanien in dem von den Österr.-Ungar. Truppen 1916-1918 besetzten gebiete* bearbeitet von Franz Seiner. Wien, Leipzig : Hölder-Pichler-Tempsky, IV-116 pages.

Annuaire de la Drôme pour l'année 1925, administratif, commercial, industriel et agricole, publié sous les hospices du Conseil Général et sous la direction des chefs de division de la Préfecture. Valence, 1925.

Annuaire officiel de l'Ardèche pour l'année 1925. Valence, A. Nepoty Editeur, 1925.

Bulletin des Lois (1831 à 1886). Tableau des villes et communes ayant une population totale de 3000 habitants ou plus ou une population agglomérée de 1500 habitants ou plus.

Censimento della popolazione del regno d'Italia al 10 febbraio 1901. Volume 1. Popolazione dei comuni e delle rispettive frazioni divisa in agglomerata e sparsa e popolazione dei mandamenti amministrativi. Roma, Tipografia nazionale di G. Bertero e C., 1902, 455 pages.

Danmarks Statistik (1903), *Folketaelligen I kongeriket Danmark den 1 Feb. 1901*. Statistik Tabelvaerk, Femte Raekke, Litra A, Nr 3 [titre, intitulé des rubriques et table des matières traduits en français].

Delacroix M. (1835), *Statistiques du département de la Drôme*. Valence, réédition 1991, Les Editions de la Tour Gille.

Department of the Interior, Census Office (1880), Statistics of the Population of the United States at the tenth census : 1880. Population by sex, race and nativity : Table VI, Population by race of cities and towns of 4000 inhabitants and upward, 1880 and 1870.

Department of the Interior, Census Office (1890), Report on Population of the United States at the eleventh census : 1890. Part one, General Tables. Table 8: Population of cities, towns, villages and boroughs having 1000 inhabitants or more in 1890 with population for 1880.

Department of the Interior, Census Office (1910), Thirteenth census of the United States taken in the year 1910. Vol. 1 : Population. Chapter one : Number and distribution of inhabitants.

Department of the Interior, Census Office (1950), Census of Population, vol. 1: Number of inhabitants.

- Department of the Interior, Census Office (1970), *Census of Population*, vol. 1: Characteristics of the Population. Part 2, Table 7: Population of Incorporated Places of 10 000 or more, 1900-1970.
- Department of the Interior, Census Office (1990), *Census of Population and Housing. Population and Housing unit counts, United States. Table 45: Place and county subdivision, 2500 or more persons.*
- Die Bevölkerung Österreichs auf Grund der Ergebnisse der Volkszählung vom 31. December 1890, dargestellt von Dr. Heinrich Rauchberg.* Wien, 1895, Alfred Hölder, K.U.K. Hof- und Universitäts-Buchhändler, 530 pages.
- Direction de la Statistique d'Etat (1901), *Résultats préliminaires du dénombrement de la population et des animaux de ferme dans le Royaume de Serbie le 31 décembre 1900.* Belgrade, Imprimerie de l'Etat du Royaume de Serbie, 224 pages.
- Direction of the Secretary of the Interior (1850), *The Seventh Census of the United States. Population of Places included in the Census Volume of 1850.*
- Direction of the Secretary of the Interior (1860), *Population of the United States in 1860; Compiled from the original returns of the Eighth Census. Population of cities and towns.*
- European Environmental Agency (2008), *EEA Activities.* [En ligne], <http://www.eea.europa.eu/themes/urban/eea-activities>
- Eurostat Metadata in SDDS format : Summary methodology (2008), *Urban Audit, indicators for Core City*, et *Urban Audit, variables for Larger Urban Zones* En ligne, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.
- I.N.S.E.E. (1954), *Villes et agglomérations urbaines. Répartition de la population par catégorie de communes ou d'agglomérations.* Paris.
- I.N.S.E.E. (1990), *Composition communale du Zonage en Aires Urbaines. Populations et délimitations 1990.* Nomenclatures et Codes, 444 pages.
- Instituto Nacional de Estatísticas (1960), *Recenseamento general da população de Portugal.*
- Instituto Nacional de Estatísticas, Gabinete de Estudos Demographicos (1990), *Propostas de alteração ao documento 'O conceito estatístico de cidade na Europa.* Grupo de Trabalho "Estatísticas Demográficas", Eurostat, 17-19 de Dezembro de 1990. Doc. E3/SD/15/90.
- Istituto Centrale di Statistica (1986), *Classificazione dei comuni secondo le caratteristiche urbane e rurali.* Roma, note e relazioni, n°2.

- Ministère de l'Economie, Service central de la statistique et des études économiques (1990), *Statistiques historiques, 1839-1989*. Grand-Duché de Luxembourg, Editpress Luxembourg, 616 pages.
- Ministère de l'Intérieur (1891 à 1954), *Dénombrement de la Population*. Paris, Imprimerie Nationale.
- Ministère de l'Intérieur et de l'Instruction Publique (1893), *Recensement général du 31 décembre 1890*, Tome 1. Bruxelles, Imprimerie A. Lesigne, CLXXXIV + 555 pages.
- Ministère de l'Intérieur et de l'Instruction publique (1912), *Recensement général du 31 décembre 1910*, Tome 1. Bruxelles, 1912 et 1916, Société anonyme M. Weissen Bruch, imprimeur du roi, 338 pages (tome 1) et 471 pages (tome 2).
- Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, Dirección general del Instituto geográfico y estadístico (1902). *Censo de la Población de España según el empadronamiento hecho en la península é islas adyacentes el 31 de diciembre de 1900*. Tomo primero. Resultados definitivos. Detalle por provincias, Madrid, Imprenta de la Dirección general del Instituto geográfico y estadístico., 437 p. [en ligne, <http://www.ine.es/inebaseweb>].
- Ministerio di Agricoltura, Industria e Commercio, Direzione generale della statistica (1902),
- Ministerio dos Negocios da Fazenda, Direção geral da estatistica e dos proprios nacionales (1905), *Censo da população do Reino de Portugal, nº1 de dezembro de 1900*. volume 1 Fogos – população de residencia habitual e população de facto, distinguindo o sexo, naturalidade, estado civil e instrucção elementar. Lisboa, Imprensa nacional, 1905, 343 pages.
- Ministerul Agriculturii, Comericiului, Industriei și Domeniilor, Serviciul statisticeii generale (1905), *Recensământul general al populațiunei României. Rezultate definitive precedate de o introduțiune cu explicațiuni și date comparative de L. Colescu*. București, Institutul de arte grafice "Eminescu", 461 pages.
- National Statistical Service of Greece (2001), *Census of Population 2001*. En ligne, <http://www.statistics.gr/> [pour les métadonnées concernant les populations des villes : http://www.statistics.gr/gr_tables/S1101_SAP_1_MT_DC_01_1_Y.pdf. Le document est consultable en grec seulement, il a été traduit avec l'aide de Ioanna Pothitaki, doctorante à l'UMR, que nous remercions ici].
- Office of Management and Budget (2000), *Standards for defining Metropolitan and Micropolitan Statistical Areas ; Notice*. U. S. Federal Register, Vol. 65, n°249, December 27.

- Office permanent de l'Institut International de Statistique (1916-1917), *Annuaire international de statistique*, Vol. I (1916) « Etat de la population », Vol. II (1917) « Mouvement de la population », La Haye, W.P. Van Stockul & fils, 166 pages et 187 pages.
- Parliamentary Papers (1902), *Census of England and Wales*. Command Papers, Vol. 118, 191, 120, 121; 1903, vol. 84 à 86.
- Statens Statistiske Bureau (1903), *Danmarks Statistik. Statistisk Tabelvaerk, Femte Raekke, Litra A, Nr. 3*, Folketaellingen i kongeriget Danmark den 1. Februar 1901, første del. København, Bianco Lunos Bogtrykkeri, 152 pages.
- Statistik der Deutschen Reichs (1900), *Die Volkszählung am. 1 Dezember 1900 im Deutschen Reich*. Bearbeitet im kaiserlichen Statistischen Amt., Band 150/151.
- Statistique de la Suisse (1908), *Résultats du recensement fédéral du 1^{er} décembre 1900*. Quatrième volume, Exposé des résultats généraux du recensement. Berne, Imprimerie Gustave Grunau, – 162^e livraison, 64 pages.
- Statistischen Departement der Landesregierung (1895) , *Hauptresultate der Volkszählung in Bosnien und der Hercegovina vom 22. April 1895*, Sarajevo, Landesdruckerei, 1896. CIV + 778 pages.
- Urban Audit 2001 (2004), *Methodological Handbook*. European Commission, Eurostat, 2004 Edition, Methods and Nomenclatures.
- Urban Audit 2004 (2009), *Methodological Handbook*. European Commission, Eurostat, 2009 Edition, Methods and Nomenclatures.

Liste des figures

Figure 1 : Réseaux suburbains à Boston et à Londres à la fin du 19 ^{ème} siècle.....	14
Figure 2 : « Surfaces comparées de Paris et de Londres » (d'après Reclus 1877, p. 718).....	20
Figure 3 : « Carte indiquant par canton de milice le mouvement de la population du Royaume de 1900 à 1910 » (Ministère de l'Intérieur et de l'Instruction publique, 1912).....	22
Figure 4 : Carte en isochrones de Paris en 1936 (Beaucire 1988, p. 98)	28
Figure 5 : Délimitation de l'agglomération parisienne (Bastie et Brichler 1960, p. 438).....	31
Figure 6 : Réseaux d'autoroutes suburbaines entourant des agglomérations européennes et états-uniennes en 2008	34
Figure 7 : Le retournement de l'évolution des densités, Toulouse (Dupuy 1999, p. 82).....	38
Figure 8 : Trois contours pour l'agglomération morphologique de Florence en 1990	39
Figure 9 : Evolution de la surface des aires urbaines françaises, entre 1968 et 1999 (Paulus 2004).....	41
Figure 10 : Le concept de ville dans un référentiel temporel (Boston, 1830-2000)	51
Figure 11 : Grappes de municipalités dans le New Jersey en 1920	52
Figure 12 : La croissance de Valence, selon différentes définitions de la ville (1890-1990) ..	53
Figure 13 : Différentes trajectoires possible pour la ville harmonisée aux Etats-Unis.....	54
Figure 14 : La trame urbaine en Europe, Inde, Etats-Unis et Afrique du sud autour de 1950.	55
Figure 15 : Coïncidence entre l'étendue du réseau de transport suburbain et une construction d'agglomérations selon un critère théorique de distance-temps	58
Figure 16 : Aires fonctionnelles métropolitaines harmonisées et micropolitaines reconstruites (Etats-Unis, 1950-2000).....	62
Figure 17 : Périmètres, population et superficie de New-York, Los Angeles et San Francisco, selon leur délimitation officielle et selon la base de données harmonisée.....	64
Figure 18 : Le modèle de données construit pour les Etats-Unis.....	66
Figure 19 : Le modèle de données proposé pour la France (travaux en cours).....	67
Figure 20 : Evolution du taux d'urbanisation en France (1809-1999) selon les définitions officielles et harmonisées des villes	70
Figure 21 : L'évolution du semis urbain des Etats-Unis, de 1790 à 1910, selon la base harmonisée	73
Figure 22 : Evolution du taux d'urbanisation aux Etats-Unis (1790-2000) selon les définitions officielles et harmonisées des villes	74
Figure 23 : Taux d'urbanisation en France et aux Etats-Unis, selon les bases harmonisées (1800-2000).....	75
Figure 24 : Le maillage des <i>counties</i> aux Etats-Unis en 2000 (U.S. Census).....	76
Figure 25 : Taux de variation moyen annuel de la population urbaine des Etats-Unis selon la base harmonisée (1790-2000)	78
Figure 26 : Evolution du degré d'inégalité entre les tailles des villes en France, définies comme des agglomérations (1809-1999)	81
Figure 27 : Evolution du degré d'inégalité entre les tailles des villes françaises, définies selon la base harmonisée et en tant qu'unités urbaines (1954-1999)	82
Figure 28 : Evolution du degré d'inégalité entre les tailles des villes des Etats-Unis, définies selon la base harmonisée et en tant que municipalités (1890-1940).....	83
Figure 29 : Evolution du degré d'inégalité entre les tailles des villes des Etats-Unis, définies selon la base harmonisée et trois autres bases (1890-2000).....	84
Figure 30 : Vagues de croissance urbaines mettant en évidence l'émergence brutale de nouvelles métropoles associées à des cycles d'innovation (Etats-Unis).....	86
Figure 31 : Evolution du semis des villes en Europe selon la base Bairoch (1200-1850).....	88

Figure 32 : Les taches bâties continues, un extrait de la base Urban Morphological Zone (Agence Européenne de l'Environnement)	94
Figure 33 : La délimitation des UMZ à partir des zones bâties au format raster (processus de dilatation-érosion)	95
Figure 34 : Périmètres et populations de Bordeaux selon différentes définitions de la ville en Europe (city Core, MUA, UMZ, LUZ et Proxy LUZ).....	102
Figure 35 : La ville de Saarbrücken en 2000, selon deux bases de données morpho-statistiques (MUA et UMZ)	103
Figure 36 : Trois projets de réseau ferroviaire français proposés par les ingénieurs saint-simoniens dans les années 1830-1840.....	113
Figure 37 : Courbes isochrones des villes localisées à moins d'une journée de Paris, par les routes de postes puis par le chemin de fer.....	114
Figure 38 : Extrait de la carte en isochrones au départ de Londres (Galton 1881).....	115
Figure 39 : Vitesse moyenne des liaisons régulières entre Paris et les principales villes de province, entre 1800 et 2000	118
Figure 40 : L'anamorphose du monde selon Peter Dicken (Harvey 1989, p. 241).....	119
Figure 41 : Potentiels d'échanges des agglomérations européennes de plus de 10 000 habitants, de 1600 à 1990	125
Figure 42 : Des trajectoires différenciées de villes européennes selon des systèmes de circulation. Navigation par cabotage et navigation transatlantique.	126
Figure 43 : L'évolution des routes de poste en France, de 1632 à 1833.....	135
Figure 44 : Une diffusion hiérarchique de l'innovation postale. Evolution du taux de desserte des villes françaises par classe de taille	137
Figure 45 : Accessibilité et taille des villes dans la France pré-industrielle, à un siècle d'intervalle (17 ^{ème} -19 ^{ème} siècles).....	140
Figure 46 : Evolution d'un indice d'inégalité de desserte postale selon deux découpages, de type régional et départemental (France, 17 ^{ème} -19 ^{ème} siècles).....	142
Figure 47 : L'effet du réseau postal sur l'accessibilité globale des lieux, mesurée par l'indice de Shimbél (France, 17 ^{ème} -19 ^{ème} siècles)	145
Figure 48: Réseaux aléatoires et réseaux invariants d'échelle (Barabasi et Bonabeau 2003, p. 60).....	147
Figure 49 : L'évolution du réseau ferroviaire inter-urbain français de 1840 à 1870, et comparaison avec le réseau postal de 1833.....	153
Figure 50 : L'évolution du réseau ferroviaire inter-urbain aux Etats-Unis de 1830 à 1910 ..	155
Figure 51 : Deux schémas de diffusion de l'innovation ferroviaire. Evolution du taux de desserte des villes par classe de taille en France et aux Etats-Unis.	156
Figure 52 : Accessibilité ferroviaire et taille des villes en France (1840-1870)	157
Figure 53 : Accessibilité ferroviaire et taille des villes aux Etats-Unis (1840-1870-1910)...	160

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les définitions de la ville en Europe au tournant des 19 ^{ème} - 20 ^{ème} siècles.....	24
Tableau 2 : Evolution de la population et de la surface des aires urbaines françaises, de 1968 à 1999 (Paulus 2004).....	42
Tableau 3 : Hétérogénéité des définitions des <i>Larger Urban Zone</i> de l’Audit Urbain 2001...	45
Tableau 4 : Evolution des distances (en km) utilisées pour construire les agglomérations dans la base harmonisée des Etats-Unis	59
Tableau 5 : Nombre de municipalités urbaines et d’agglomérations constituées dans la base harmonisée des Etats-Unis	60
Tableau 6 : Nombre total d’aires micropolitaines reconstruites et de SMAs/MSAs, dans la base harmonisée des Etats-Unis	62
Tableau 7 : Corrections apportées dans la base harmonisée des Etats-Unis par rapport à la délimitation officielle des SMAs/MSAs de 1950 à 1990.....	65
Tableau 8 : Evolution de la taille minimale des villes dans la base harmonisée, en fonction de la croissance de la population totale française (1809-1999)	69
Tableau 9 : Evolution du seuil minimal et du nombre de villes aux Etats-Unis, de 1790 à 2000, d’après la base de données harmonisée.....	72
Tableau 10 : Moyenne des taux de variation moyens annuels de la population urbaine aux Etats-Unis, selon la base harmonisée	77
Tableau 11 : Evolution du degré d’inégalité calculé pour les villes françaises définies comme des agglomérations (1809-1999).....	80
Tableau 12 : Evolution du degré d’inégalité entre les villes des Etats-Unis, calculé avec la base de données harmonisée des villes (1890 et 2000).....	84
Tableau 13 : Recensements de population dans la deuxième moitié du 19 ^{ème} siècle en Europe	89
Tableau 14 : Dénombrement des agglomérations ou municipalités urbaines de plus de 10 000 habitants en Europe, autour de 1900	92
Tableau 15 : Superficie des mailles administratives de type NUTS 5 dans les différents pays de l’Union Européenne.....	97
Tableau 16 : Pondération des distances euclidiennes pour construire des distances d’interaction entre les villes (Europe, 1200 à 1990)	123
Tableau 17 : Villes détenant les potentiels d’échanges les plus forts (potentiels exprimés en % de la valeur maximale de chaque époque)	124
Tableau 18 : Ecart les plus importants entre les potentiels d’échanges calculés à partir de distances d’interaction et ceux calculés à partir de distances euclidiennes (Europe, 1600-1990)	127
Tableau 19 : Révolution des technologies de communication et discours de l’inédit (1800-2000).....	130
Tableau 20 : Coefficients de variation (en %) calculés pour la distribution des vitesses de transport entre Paris et les principales villes de province (19 ^{ème} – 20 ^{ème} siècles)	133
Tableau 21 : Quelques indicateurs simples de la dimension du réseau postal et de son articulation avec le réseau des villes (France, 17 ^{ème} – 19 ^{ème} siècles)	136
Tableau 22 : Paramètres principaux de la distribution de la nodalité des relais des routes de poste (France, 17 ^{ème} – 19 ^{ème} siècles)	147
Tableau 23 : Le réseau des routes postales, un réseau « invariant d’échelle » de plus en plus hiérarchisé (d’après la méthode de Barabasi et Bonabeau 2003).....	148
Tableau 24 : Accessibilité en 1810 (routes de poste, ports et canaux) et taux de variation annuel moyen des villes françaises (1809-1833)	149

Tableau 25 : Evolution de l'accessibilité (route de poste, ports et canaux) entre 1810 et 1833 et taux de variation annuel moyen des villes françaises (1809-1833).....	150
Tableau 26 : Quelques indicateurs simples de la dimension du réseau postal, aux Etats-Unis et en France (19 ^{ème} siècle).....	154
Tableau 27 : Paramètres principaux de la distribution de la nodalité ferroviaire en France (1840-1870).....	158
Tableau 28 : Paramètres principaux de la distribution de la nodalité ferroviaire aux Etats-Unis (1840-1910).....	159
Tableau 29 : Différences de forme entre le réseau ferroviaire en France et aux Etats-Unis (19 ^{ème} siècle).....	161

Liste des encadrés

Encadré 1 : Un voyage par la route dans la Russie des années 1910, selon Mickaïl Boulgakov.	108
Encadré 2: les étapes du transfert du modèle gravitaire depuis les sciences physiques vers la géographie	121
Encadré 3 : L'accessibilité en tout point de la France par le réseau des routes de poste, par l'indice de Shimbél.....	143
Encadré 4: Une méthode pour identifier l'effet propre du réseau postal dans l'accessibilité des lieux (d'après Cattán et Grasland 1997).....	144

Table des matières

INTRODUCTION.....	7
1 Pour une ontologie de la ville dans le temps long. Evolution des transports urbains, budget-temps et forme des villes	11
1.1 Révolution des transports et invention du concept d'agglomération urbaine (19^{ème} siècle).....	13
a Dilatation des villes et obsolescence des périmètres administratifs.....	13
b Approches juridiques et tentatives d'adaptations.....	15
c Prise en compte de critères statistiques	18
d Premières délimitations d'agglomérations par contiguïté.....	20
1.2 Définition temporelle ou morphologique des agglomérations ? (a. 1910-1950)..	25
a Rayons des villes et budget-temps	26
b Cartes en isochrones des contours urbains.....	27
c Délimitations par la continuité du bâti	28
d Diffusion des critères de continuité.....	31
1.3 Grande vitesse et discontinuités territoriales : la ville comme aire fonctionnelle (2^{ème} moitié du 20^{ème} siècle).....	33
a Diffusion des réseaux de la grande vitesse.....	33
b Nouvelles formes de peuplement urbain.....	36
c Stabilité du budget-temps accordé aux navettes.....	39
d Délimitations des aires par des seuils d'actifs navetteurs	42
1.4 Bilan provisoire et pistes de recherche.....	45
2 Des bases de données urbaines harmonisées pour des comparaisons dynamiques et internationales	49
2.1 De l'ontologie à la notion d'harmonisation.....	50
a L'utilisation de repères temporels	50

b Harmonisation longitudinale	52
c Harmonisation transversale	54
2.2 Des méthodes pour l'harmonisation des données.....	56
a Agrégation de briques élémentaires	56
b Rétropolation d'objets dans le temps long	60
c Harmonisation temporelle d'objets définis dans une même nomenclature.....	62
d Architecture des modèles de données	66
2.3 L'urbanisation à la lumière des bases de données harmonisées	67
a Pesée globale de l'urbain : l'impact des définitions.....	67
b Mesures du taux d'accroissement des villes	75
c Concentration de la population urbaine.....	78
2.4 Bases de données urbaines en Europe et pistes de recherche	87
a Bases Bairoch, Géopolis et autres sources (1800-1990)	87
b L'apport des images satellitaires pour délimiter les agglomérations européennes (1990-2000).....	93
c Bases de données constituées dans le cadre d'ESPON et de l'Audit Urbain (années 1990-2000)	99
 3 Réseaux d'échanges et dynamique des villes : théories, expérimentations, modélisations.....	 105
3.1 Réseaux et changement de dimension des systèmes de villes	106
a Des réseaux urbains principalement régionaux (Moyen Age-19 ^{ème} siècle)	107
b Mises en réseau dans le cadre des états-nations (fin 18 ^{ème} - début 20 ^{ème} siècles)....	111
c Ouverture internationale et complexification des échanges (deuxième moitié du 20 ^{ème} siècle).....	117
d Une expérience de modélisation : le changement d'échelle des cœurs de l'économie-monde (Europe, 13 ^{ème} – 20 ^{ème} siècles)	120

3.2 Structuration interne des systèmes par les réseaux : des discours à la matérialité des données.....	128
a Les théories urbaines, entre ubiquité et accroissement des inégalités.....	129
b Routes postales et différenciation de l'espace des villes (France, 16 ^{ème} -19 ^{ème} siècles)	134
c Effets comparés du réseau ferroviaire en France et aux Etats-Unis (1830-1910)...	151
d Des pistes pour une modélisation multi-agent	162
 CONCLUSION.....	165
 REFERENCES.....	171
 SOURCES	191
 Liste des figures	195
 Liste des tableaux	197
 Liste des encadrés.....	199
 Table des matières.....	201

Résumé

Entre les villes et les réseaux de transport s'établissent des relations particulièrement complexes, qui mélangent les niveaux d'échelle et croisent des temporalités multiples. Remontant aussi loin que le permettent les données, abordant des pays aux histoires contrastées, nous évoquons deux grands types d'articulations : d'une part, l'évolution des réseaux de transport permet un changement de dimension des villes et des systèmes de villes ; d'autre part, elle se traduit par une différenciation croissante des positions relatives des noeuds. Dans une première partie, nous analysons les *transformations des contours et des dimensions des villes* rendues possibles par l'évolution des transports urbains depuis la révolution industrielle, en témoignant des débats passionnants qui agitent les contemporains depuis deux siècles et les solutions envisagées et parfois adoptées par des organismes officiels pour suivre ces évolutions. Nous montrons que l'hétérogénéité très grande des définitions nationales de la ville en Europe prend sa source à la fin du 19^{ème} siècle, lorsque certains pays font le choix des critères morphostatistiques alors que d'autres gardent des approches juridiques et administratives. Dans une deuxième partie, nous nous appuyons sur une ontologie de la ville dans le temps long pour proposer des constructions de *bases de données urbaines harmonisées* pour la comparaison dynamique et internationale. Nos méthodes sont notamment fondées sur une modélisation de l'emprise spatiale des villes selon un rayon théorique correspondant, à chaque époque, au budget-temps moyen des navetteurs. Les résultats obtenus pour la France et les Etats-Unis révèlent l'impact du choix des délimitations sur les mesures du poids ou de la croissance des villes, et nous proposons des pistes pour construire des bases de données harmonisées pour les villes d'Europe. Dans la dernière partie, nous montrons que les grandes *phases de transformation des systèmes de villes* coïncident avec des innovations technologiques majeures dans les transports, même si des facteurs politiques et sociaux interviennent aussi (l'appréhension de territoires « nationaux », la perception d'un espace de plus en plus relativisé par la vitesse de déplacement). Dans les effets de *dimensionnement des territoires par les réseaux rapides*, nous soulignons l'importance d'un échelon régional, permettant, par des actions d'aménagement de grande ampleur, une structuration en réseau des zones centrales de l'économie-monde. Par des *mesures d'accessibilité et de forme des réseaux*, nous mettons en évidence des processus historiques d'adaptation mutuelle puis de co-évolution entre réseaux de transport et trame urbaine. Dans la phase de co-évolution, nous observons une différenciation croissante des positions relatives des lieux qui explique pour partie le processus de hiérarchisation des tailles de villes observable tant en Europe qu'aux Etats-Unis.

Mots-clés :

Ville ; Réseaux de transport ; Vitesse ; Bases de données ; Hiérarchie ; Accessibilité ; Géographie urbaine ; Analyse spatiale ; Histoire ; France ; Europe ; Etats-Unis ; 17^{ème}-20^{ème} siècles.

Key-words :

Cities and towns ; Transportation networks ; Urban databases ; Urban hierarchy ; Accessibility ; Spatial Analysis ; Historical processes ; France ; Europe ; United-States ; 17th-20th centuries